

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**PROYECTO DE TESIS**



**“DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD  
ARROCERA EN LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN  
DE FOSFATOS EN EL RÍO INDOCHE,  
MOYOBAMBA SAN MARTÍN-2014”**

**PARA OPTAR TÍTULO ACADÉMICO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**Autor: Juan Miguel Iberico Varas**

**Asesor: Ing. Msc Julio César De La Rosa Ríos.**

**Código N° 06053013**

**Moyobamba – Perú  
Mayo de 2014.**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
FACULTAD DE ECOLOGIA  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

**ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO**  
**PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

En la sala de conferencia de la facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las Siete de la Noche del día **Miércoles 07 de Mayo del Dos Mil Catorce**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Ing. ALFONSO ROJAS BARDALEZ  
Ing. GERARDO CACERES BARDALES  
Ing. ANGEL TUESTA CASIQUE

PRESIDENTE  
SECRETARIO  
MIEMBRO

Ing. MSc. JULIO CÉSAR DE LA ROSA RIOS

ASESOR

Para evaluar la sustentación de la Tesis Titulado "**Determinación de la Influencia de la Actividad Arrocera en los Niveles de Concentración de Fosfatos en el Rio Indoche, Moyobamba, San Martín-2013**", presentado por el Bachiller en Ingeniería Ambiental **JUAN MIGUEL IBERICO VARAS**, según **Resolución de Consejo de Facultad N° 0149-2013-UNSM-T-FE-CF** de fecha **23 de Octubre del 2013**.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: Aprobado por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO** y nota **QUINCE (15)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las **20:30** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Ing. Alfonso Rojas Bardales  
Presidente

Ing. Gerardo Cáceres Bardales  
Secretario

Ing. Angel Tuesta Casique  
Miembro

Ing. Msc. Julio César de la Rosa Rios  
Asesor

## **DEDICATORIA**

A Dios, luz en mi vida, sendero de mi caminar,  
A mi Madre pilar de mi presente, con cuya  
perseverancia y fe en mí, es responsable de todo  
y cada uno de mis logros, cuyo apoyo  
desinteresado y sincero ha logrado lo que soy; a  
todas las personas que de una u otra forma han  
contribuido en forjar este logro, y que me  
alientan a no detenerme y a levantarme en cada  
tropiezo inevitable de esta vida; A mis docentes,  
cuya sabiduría inculcada es la brújula que dirige  
mi velero en esta vida.

## **AGRADECIMIENTO**

- ❖ A Dios, a quien debo todo lo que me rodea, quien es mi luz en noches oscuras, mi pastor en prados hostiles, y fuente de mi fuerza en momentos difíciles.
- ❖ A mi madre que siempre ha estado a mi lado brindándome fuerzas, aliento, apoyo, quien nunca dudo de mi, y quien siempre me brindó su apoyo desde el inicio de este camino, por ser la razón de mi existir, y quien me abrió las puertas a la vida.
- ❖ A la Universidad Nacional de San Martín-T - Facultad de Ecología, mi alma mater, por acogerme en sus aulas donde junto a muchos, sembraron en mi, los conocimientos para conocer mejor este mundo, para cuidarlo y mejorarlo en pos de un desarrollo sostenible, para beneficio de la sociedad, para contribuir a un mejor mundo, el mundo que la sociedad espera que yo contribuya a forjar.
- ❖ A mis profesores, quienes con su paciencia y esmero, han compartido sus vastos conocimientos y experiencias con la confianza de que sabré usarlos para contribuir a construir una mejor sociedad.
- ❖ A mis compañeros y amigos, con quienes compartí los más gratos momentos en nuestra formación, compartiendo aulas, vivencias, experiencias y amistad, y que de una u otra manera han contribuido en mi formación profesional.

# INDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>II</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>III</b>
<b>LISTADO DE TABLAS.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTADO DE GRÁFICOS.....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>VIII</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	3
<b>III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>4</b>
<b>IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
4.2 BASES TEÓRICAS.....	6
4.2.1 NORMATIVA DE CALIDAD DE AGUAS EN FUNCIÓN DEL USO. ....	6
4.2.2 ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA). ....	7
4.2.3 APRUEBAN LOS ESTÁNDARES NACIONAL DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA.....	7
4.2.4 APROBACIÓN DE LOS ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA .....	9
4.2.5 LA LEY GENERAL DE RECURSOS HÍDRICOS LEY N° 29338.....	9
4.2.6 ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DECRETO SUPREMO 002-2008-MINAM.....	12
4.2.7 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	12
4.3 VARIABLES .....	15
4.4 HIPÓTESIS .....	15
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN: .....	16
5.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN. ....	16
5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	16
5.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	17
5.5 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO .....	17
5.6 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS ..	18
5.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	20
<b>VI. RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
6.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA SUBCUENCA DEL RIO INDOCHE.....	21
6.1.1. GEOLOGÍA .....	21
6.1.2. GEOMORFOLOGÍA .....	26
6.1.3. FISIOGRAFÍA .....	33
6.1.4. SUELOS .....	34
6.1.5. CAPACIDAD DE USO MAYOR.....	39
6.1.6. HIDROLOGIA.....	40
6.2 NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS EN EL RÍO INDOCHE.....	41
6.3 POSIBLES RIESGOS DE LA ALTA CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS.....	54
<b>VII. DISCUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>IX. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>

<b>X.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>58</b>
<b>XL</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>
	<b>PANEL FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>59</b>
	<b>MAPAS .....</b>	<b>60</b>

## LISTADO DE TABLAS

TABLA 01: DATOS PROMEDIO POR PUNTO Y HORA, DE LA CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS EN EL RIO INDOCHE (PUNTO 1).....	41
TABLA N° 2: DATOS PROMEDIO POR PUNTO Y HORA, DE LA CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS EN EL RIO INDOCHE (PUNTO 2).....	42
TABLA N°03: DATOS PROMEDIO POR PUNTO Y HORA, DE LA CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS EN EL RIO INDOCHE (PUNTO 3).....	43
TABLA N° 4: DATOS PROMEDIO POR PUNTO Y HORA, DE LA CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS EN EL RIO INDOCHE (PUNTO 4).....	44
TABLA N° 5: DATOS PROMEDIO POR PUNTO Y HORA, DE LA CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS EN EL RIO INDOCHE (PUNTO 5).....	44
TABLA N° 6: DATOS PROMEDIO POR PUNTO Y HORA, DE LA CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS EN EL RIO INDOCHE (PUNTO 6).....	45
TABLA N° 7: DATOS PROMEDIO POR PUNTO Y HORA, DE LA CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS EN EL RIO INDOCHE (PUNTO 7).....	46
TABLA N° 8: DATOS PROMEDIO POR PUNTO Y HORA, DE LA CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS EN EL RIO INDOCHE (PUNTO 8).....	47
TABLA N°9: DATOS DE CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS POR PUNTO DE MUESTREO EN LAS TRES HORAS.....	49
TABLA N° 10: NIVEL PROMEDIO DE FOSFATOS POR PUNTO DE MONITOREO EN LAS TRES HORAS Y HORA.....	51
TABLA N°11: DATOS DE CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS POR DÍA Y PUNTO DE MUESTREO.....	53

## LISTADO DE GRÁFICOS

GRAFICO 01: CONCENTRACION DE FOSFATOS EN EL PUNTO 01, SEGUN HORA DE MUESTREO.....	41
GRAFICO 02: CONCENTRACION DE FOSFATOS EN EL PUNTO 02, SEGUN HORA DE MUESTREO.....	42
GRAFICO 03: CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS EN EL PUNTO 03, SEGÚN HORA DE MUESTREO.....	43
GRAFICO 04: CONCENTRACION DE FOSFATOS EN EL PUNTO 04, SEGUN HORA DE MUESTREO.....	44
GRAFICO 05: CONCENTRACION DE FOSFATOS EN EL PUNTO 05, SEGUN HORA DE MUESTREO.....	45
GRAFICO 06: CONCENTRACION DE FOSFATOS EN EL PUNTO 06, SEGÚN HORA DE MUESTREO.....	46
GRAFICO 07: CONCENTRACION DE FOSFATOS EN EL PUNTO 07, SEGUN HORA DE MUESTREO.....	47
GRAFICO 08: CONCENTRACION DE FOSFATOS EN EL PUNTO 08, SEGUN HORA DE MUESTREO.....	48
GRAFICO 09: CONCENTRACION DE FOSFATOS POR CADA PUNTO DE MUESTREO Y HORA (6:30 AM).....	49
GRAFICO 10: CONCENTRACION DE FOSFATOS POR CADA PUNTO DE MUESTREO Y HORA (12:30 PM).....	50
GRAFICO 11: CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS POR CADA PUNTO DE MUESTREO Y HORA (6:30 PM).....	50
GRAFICO 12: DATOS COMPARATIVOS EN LAS HORAS DE MUESTREO POR CADA PUNTO.....	52
GRAFICO 13: CONCENTRACION DE FOSFATOS POR PUNTO DE MUESTREO .....	53



## **RESUMEN**

El presente estudio, consistió en monitorear el parámetro de Fosforo Total, en 08 puntos a lo largo de la cuenca del río Indoche, en un tramo de 70 Km cuenca arriba a partir de la desembocadura del Río Indoche en el Río Mayo.

Los puntos de monitoreo fueron numerados del 01 al 08, siendo el punto 01 el más alto de la cuenca de los muestreos considerados, y el punto 08, el punto más bajo de la cuenca, es decir en la desembocadura del río Indoche en el Río Mayo.

Se ha realizado monitoreos periódicos en tres horas del día. Un primer monitoreo a las 06:30 hrs, otro a las 12:30 hrs y un tercero a las 18:30 hrs, para contrastar las concentraciones de fosfatos a lo largo del día.

Los resultados muestran que existe una variación de las concentraciones de Fosfatos tanto de punto a punto de monitoreo, como en la hora.

Estos resultados indican que a medida que se monitorean cuenca abajo, las concentraciones de fosfatos van en aumento, esto coincidiendo, con que mientras más baja sea la cuenca, mayor actividad humana existe, con ello los campos agrícolas se incrementan en cantidad.

Según los resultados, el punto donde menores concentraciones de fosfatos se obtuvo, fue en la parte alta de la cuenca, es decir en el punto de monitoreo 01, con un promedio de 0.037 ppm, y el punto donde mayor concentración se tuvo fue en el 07, con un promedio de 0.453 ppm, y el punto de monitoreo 08, correspondiente al más bajo y el mismo que es la desembocadura del río Indoche en el río Mayo, fue de 0.437 ppm. Este resultado fue menor al penúltimo punto, debido a que la concentración disminuye al diluirse en un mayor caudal al juntarse el de ambos ríos.

En cuanto a los horarios, se obtuvo como resultado que a las 06:30 hrs, la concentración promedio fue de 0.251 ppm, la mayor concentración se vio al medio día con 0.259 ppm, y la menor siempre a las 18:30 hrs con 0.228 ppm.

Todos los resultados obtenidos, no superan los 0.5 ppm según el ECA aprobado mediante el DS 002-2008-MINAM, para aguas del tipo IV apta para conservación de los ecosistemas acuáticos, por lo que se concluye si existe una influencia de los cultivos de arroz en los niveles de fosfatos en el río Indoche, pero que estos niveles, no superan las concentraciones que la normativa vigente establece, pero que se apreciaba una tendencia a seguir aumentando, según el área agrícola se siga expandiendo.



---

ABSTRACT

The present study, involved in monitoring the parameter of Total Phosphorus at 08 points along the basin of the Indoche river, on a stretch of 70 km above basin from the mouth of the River Indoche on the Mayo River.

The monitoring points were numbered from 01 to 08, being the point 01 the highest in the basin of the samplings considered, and the point 08, the lowest point of the basin, that is to say in the river mouth of the river Indoche in the Mayo River.

There has been periodic monitoring in three hours of the day. A first monitoring at 06:30 hrs, another at 12:30 hrs and a third at 18:30 hrs, to contrast the concentrations of phosphates throughout the day.

The results show that there is a variation of the Phosphates concentrations both point to point monitoring, as in the hour.

These results indicate that as are monitored basin below, the phosphates concentrations are on the rise, this coinciding with that the lower the basin, increased human activity there is, with this the agricultural fields are increasing in quantity.

According to the results, the point where lower concentrations of phosphates is obtained, was in the top of the basin, that is to say at the point of monitoring 01, with an average of 0,037 ppm, and the point where greater concentration was in the 07, with an average of 0,453 ppm, and the point of monitoring 08, corresponding to the lowest and the same that is the mouth of the river Indoche on the Mayo River, was of 0,437 ppm. This result was less than the penultimate point, due to the concentration decreases when diluted in a greater flow rate to join the two rivers.

As for the schedules, there was obtained as result that to them 06:30 hrs, the average concentration was of 0.251 ppm, the major concentration was seen to the half day by 0.259 ppm, and the minor always at 18:30 hrs by 0.228 ppm.

All the results, do not exceed 0.5 ppm according to the ECA approved through the DS 002-2008-MINAM, for waters of the type IV suitable for conservation of aquatic ecosystems, therefore, it is concluded if there is an influence of the rice crops in the phosphate levels in the Indoche river, but that these levels, do not exceed the concentrations that current legislation sets, but that there is a tendency to continue to increase, according to the agricultural area continues to expand.

Key words: Phosphates concentrations, agricultural fields.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde que el hombre, para su sustento dejó de ser un recolector y un cazador allá en la prehistoria, desarrolló la agricultura como actividad económica que determinaba la calidad de vida, estabilidad social, y progreso de las comunidades humanas, que poco a poco iban convirtiéndose en sociedades más desarrolladas, y convertirse en verdaderas urbes. Pero sea cual sea el desarrollo de estas civilizaciones o los avances tecnológicos, la agricultura no dejaba de representar la base de esta subsistencia y por ende la actividad económica más importante.

Por otro lado, la actividad agrícola, por la naturaleza de la misma, siempre ha requerido de factores externos para que prospere, clima, sol, temperatura, pero sobre todo, la utilización de un recurso muy importante: El agua. Y es que allí donde se establece una actividad agrícola, conlleva explícitamente un impacto en el entorno, sea en la parte biótica como en la abiótica, en este caso, haciendo mayor énfasis en el recurso agua.

El agua es un recurso escaso en el planeta tierra, cerca del 1% del total de este recurso es apta para el consumo humano, dentro de ese mínimo porcentaje se encuentran las fuentes de agua dulce como ríos, quebradas, lagos, lagunas, manantes, agua subterránea, etc.

Debido al crecimiento exponencial de la población humana en el último siglo, para poder abastecer las gran demanda de alimentos que ese crecimiento representa, es que se han habilitado campos agrícolas masivamente, los mismos que para aumentar su eficiencia en cuanto a productividad y control de plagas, se han comenzado a utilizar ingentes cantidades y de forma masiva, de productos químicos que ya sea fertilizan al suelo, o combaten plagas dañinas para las plantas en cuestión. El efecto colateral de estos productos reside en que su compuesto activo en caso de los pesticidas, es el fósforo orgánico, un compuesto neurotóxico que es usado con el fin de combatir plagas, y estos pesticidas al entrar en contacto con el suelo, el sol y la humedad, llegan a mineralizarse hasta convertirse en fósforo inorgánico, que mediante filtración y lixiviación, estos fosfatos llegan a cuerpos receptores como ríos y quebradas, aumentando la concentración de fosfatos en estos cuerpos, con potenciales peligros ecológicos en los ecosistemas que en esos cuerpos receptores representan.

El principal peligro que representa la alta concentración de fosfatos en un cuerpo de agua, es que, al ser el elemento fósforo vital para el metabolismo biológico, su concentración en el agua se convierte en un factor ya sea restringente o potenciador del crecimiento de algas, el principal riesgo de una alta concentración de fosfatos en un cuerpo de agua, es la eutrofización, con la consiguiente disminución de la población biológica aerobia del entorno acuático.

En la ciudad de Moyobamba, y en general en el Alto Mayo, el cultivo de arroz es una de las principales actividades económicas que tiene influencia en la economía del valle, y por lo tanto, el cultivo de arroz está directamente relacionado a la utilización a gran escala de agroquímicos que al ser aplicados a los campos y en contacto con los factores ambientales, mineralizarían el fosfato orgánico a inorgánico fácilmente asimilables por cualquier ser vivo, con un consiguiente riesgo para el equilibrio de un sistema acuático, ya que como se mencionó, el Fósforo es un elemento limitante en la biomasa acuática.

La presencia de fosfatos en un cuerpo receptor es normal, principalmente son pequeñas las concentraciones provenientes de fuentes naturales en comparación con las de fuentes artificiales como la agricultura. La presencia de fosfatos en un cuerpo acuático no es extraño, sin embargo deben mantenerse dentro de los ECA's establecidos por el estado mediante el DS-002-2008 MINAM, el mismo que considera los valores que deben cumplir las concentraciones de fosfatos entre otros parámetros, según el uso final que se quiera dar al recurso hídrico en cuestión.

Es importante hacer seguimiento a los parámetros físico químicos de los cuerpos de agua para tomar medidas adecuadas antes de que los valores de dichos parámetros sean tan altos que sobrepasen los límites establecidos. He ahí la importancia de los monitoreos ambientales en cualquier rubro de la economía peruana.

En ese contexto, el presente trabajo, se enfoca en determinar cuál es la influencia de los cultivos de arroz de la cuenca del río Indoche, en la concentración de fosfatos en el cuerpo receptor del río del mismo nombre.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

- Determinar los niveles de concentración de Fosfatos en el río Indoche, por influencia de la actividad arrocerá en la ciudad de Moyobamba - San Martín.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Determinar las características físicas del área que comprende la subcuenta del Río Indoche.
- Determinar los niveles de concentración de fosfatos como indicador de contaminación del Río Indoche en la ciudad de Moyobamba.
- Determinar los posibles riesgos, tanto ambientales como en la salud de la población aledaña, por incidencia de la Presencia de fosfatos en el Río Indoche.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El tema de investigación está enfocado a la Determinación de la Influencia de la Actividad Arrocera en los Niveles de Concentración de Fosfatos en el Río Indoche, Moyobamba – San Martín.

La actividad arrocera, es apropiada para el sostenimiento económico y alimenticio de la vida humana, pero al llevarse a cabo un análisis de la calidad físicoquímica del agua dentro de esta actividad, el Índice de la Calidad de Agua (ICA) promedio que drenó de los arrozales por el canal principal, (ICA-Lp) fue 42, correspondiente a la categoría “mala”(no apto para el sostenimiento de la biodiversidad del río) .En (ICA-Lp 80) y en la salida de aguas (ICA-Lp 81), la calidad del agua se clasificó como “buena”. No obstante incrementos en la concentración de fosfato total y en la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) conducirían a un deterioro del ecosistema; sin embargo el nivel de riesgo de los plaguicidas aplicados a los arrozales, resultarían pocos peligrosos, bajo prácticas de aplicación apropiadas.

El agua es vida, y por tanto, constituye un elemento primordial para la vida y la salud humana. No se cuestiona tampoco que el agua es un factor clave para el desarrollo económico de las regiones que la poseen. Por esto cualquier estrategia de desarrollo tanto social como económico deberá asegurar la disponibilidad de agua en adecuada cantidad y calidad.

En ese sentido es necesario plantear mecanismos de solución que nos ayuden a controlar la potencialidad de los impactos negativos y sobretodo mitigar sus efectos sobre la población.

Por lo tanto, el problema formulado sería: *¿Cuál es la Influencia de la Actividad Arrocera en los niveles de concentración de Fosfato en el río Indoche-Moyobamba - San Martín 2013?*

## IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El agua es un recurso imprescindible para la vida, pero escaso. La escasez de agua dulce (menos del 1% en el planeta), es uno de los problemas ambientales fundamentales presentados en el Informe "*Perspectivas del Medio Ambiente Mundial*" del PNUMA. (Proyecto de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).

La provisión de agua está amenazada por factores como el derroche y la contaminación por residuos industriales y humanos, por ello el manejo prudente de este recurso es crucial para el desarrollo sustentable de la población humana.

Además, gran parte de las personas de los países en desarrollo sufren de enfermedades causadas directa o indirectamente por el consumo de agua contaminada o por organismos portadores de enfermedades que se reproducen en el agua.

En 1995, el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), ha elaborado un diagnóstico sobre la contaminación ambiental en la amazonia peruana, el estudio se desarrolló en las Ciudades de Iquitos, Pucallpa y Tarapoto, el estudio llegó a las conclusiones que la descarga de los desagües a los cuerpos de agua circundantes a las ciudades se hace directamente, sin considerar los tipos de desechos que arrastran y sin tratamiento previo, lo que supone una fuente importante de contaminación de dichos cuerpos de agua, además de ello en el agua cerca de los lugares donde se expenden combustibles y lubricantes, astilleros y puentes; se encuentran películas de grasas, químicos e hidrocarburos extendidas en la superficie. Las actividades humanas producen desechos cuya cantidad y tipo varía según la actividad, ya sea doméstica, industrial, comercial, etc. En el caso de los desechos domésticos, la mayoría son biodegradables y tienen un tiempo de vida bastante corto, sin embargo por el volumen y por la capacidad de albergar gérmenes patógenos para la salud humana,

merece ser estudiado priorizando las ciudades de mayor número de habitantes. (*Gómez G. Rosario, IIAP 1995*).

Un estudio realizado en el año 2000 en el Río Indoche, llegó a la conclusión de que la concentración de fosfatos se encontraba por debajo de los límites máximos permisibles, así mismo con el mismo estudio se llegó a la conclusión de que las aguas del Río Indoche se encontraban moderadamente contaminadas (*Felicita Valverde V. 2000*).

Ya en el año 2002, se realizó algunos monitoreos de los índices de calidad de agua, principales indicadores de la eco-gestión del río Indoche, llegando a la conclusión de que el parámetro de fosfato, se encuentra por debajo del límite permisible en todas las estaciones monitoreadas (*Vergara M. Segundo E. 2002*)

Siendo los niveles de contaminación bacteriana del agua en los ríos y otras fuentes, de primaria importancia para la salud humana (*Deutsh et. al.; 2000*); es que en el presente estudio, solo se realizó el análisis microbiológico para determinar el daño ambiental en el río Indoche.

## **4.2 BASES TEÓRICAS**

### **4.2.1 Normativa de Calidad de Aguas en Función del uso.**

En base a la vinculación entre calidad de aguas y sus usos, se establecen estándares y criterios de calidad específicos que definen los requisitos que ha de reunir determinada fuente de agua para un fin concreto, requisitos que generalmente, vienen expresados como rangos cuantitativos de determinadas características fisicoquímicas y biológicas. Una vez establecidos estos criterios de calidad en función del uso, se promulgan leyes y se desarrollan programas orientados a garantizar el cumplimiento de dichos criterios.

En esta normativa se tratan diferentes asuntos relacionados con la calidad de las aguas, como es la protección contra la contaminación causada por sustancias peligrosas, el tratamiento y vertido de aguas



residuales urbanas e industriales o la contaminación por nitratos a partir de fuentes agrícolas.

#### **4.2.2 Estándar de Calidad Ambiental (ECA).**

Los (ECA) son instrumentos de gestión ambiental que consisten en parámetros y obligaciones que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental en que vivimos, permitiéndole a la autoridad ambiental desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización de los efectos causados por las actividades humanas.

Los ECA son indicadores de calidad ambiental, miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, pero que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Los ECA, se monitorean directamente en los cuerpos receptores, para la presente investigación se determinó los niveles de concentración de fosfatos en el cuerpo recepto (río Indoché), este instrumento es un indicador que permite a través del análisis de sus resultados, plantear recomendaciones que mejoren la calidad de los recursos.

Constitución Política del Perú

#### **4.2.3 Aprueban los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua**

En el inciso 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; señalando en su artículo 67 que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente;

Que, el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611- Ley General del Ambiente, establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el

aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

El artículo 1 de la Ley N° 28817- Ley que establece los plazos para la elaboración y aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y de Límites Máximos Permisibles (LMP) de Contaminación Ambiental, dispuso que la Autoridad Ambiental Nacional culminaría la elaboración y revisión de los ECA y LMP en un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la vigencia de dicha Ley; Que con fecha 16 de junio de 1999 se instaló el GESTA AGUA, cuya finalidad fue elaborar los Estándares de Calidad Ambiental para Agua - ECA para Agua, estando conformado dicho Grupo de Trabajo por 21 instituciones del sector público, privado y académico, actuando la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA como Secretaría Técnica; Que, mediante Oficio N° 8262-2006/DG/DIGESA de fecha 28 de diciembre de 2006, la Dirección General de Salud Ambiental -DIGESA, en coordinación con el Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA, en calidad de Secretaría Técnica Colegiada del GESTA AGUA, remitió al CONAM, la propuesta de Estándares de Calidad Ambiental-ECA para Agua con la finalidad de tramitar su aprobación formal;

Que, por Acta del Grupo de Trabajo GESTA AGUA, de fecha 24 de octubre de 2007, se aprobó la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua;

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013 se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, señalándose su ámbito de competencia sectorial y regulándose su estructura orgánica y funciones, siendo una de sus funciones específicas la de elaborar los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles; Que, contando con la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, corresponde aprobarlos mediante Decreto Supremo, conforme a lo establecido en el artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013; De conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 y el Decreto Legislativo

Nº 1013; En uso de las facultades conferidas por el artículo 118 de la Constitución Política del Perú;

#### **4.2.4 Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua**

Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

#### **4.2.5 La Ley General de Recursos Hídricos Ley Nº 29338.**

### **TÍTULO PRELIMINAR**

#### **Artículo I.- Contenido**

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

#### **Artículo II.- Finalidad**

La presente Ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

#### **Artículo III.- Principios**

Los principios que rigen el uso y gestión integrada de los recursos hídricos son:

### **01. Principio de valoración del agua y de gestión integrada del agua**

El agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos. El agua es parte integrante de los ecosistemas y renovable a través del ciclo hidrológico.

### **02. Principio de prioridad en el acceso al agua**

El acceso al agua para la satisfacción de las necesidades primarias de la persona humana es prioritario por ser un derecho fundamental sobre cualquier uso, inclusive en épocas de escasez.

### **03. Principio de participación de la población y cultura del agua**

El Estado crea mecanismos para la participación de los usuarios y de la población organizada en la toma de decisiones que afectan el agua en cuanto a calidad, cantidad, oportunidad u otro atributo del recurso. Fomenta el fortalecimiento institucional y el desarrollo técnico de las organizaciones de usuarios de agua.

Promueve programas de educación, difusión y sensibilización, mediante las autoridades del sistema educativo y la sociedad civil, sobre la importancia del agua para la humanidad y los sistemas ecológicos, generando conciencia y actitudes que propicien su buen uso y valoración.

### **04. Principio de seguridad jurídica**

El Estado consagra un régimen de derechos para el uso del agua. Promueve y vela por el respeto de las condiciones que otorgan seguridad jurídica a la inversión relacionada con su uso, sea pública o privada o en coparticipación.

#### **05. Principio de respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas**

El Estado respeta los usos y costumbres de las comunidades campesinas y comunidades nativas, así como su derecho de utilizar las aguas que discurren por sus tierras, en tanto no se oponga a la Ley. Promueve el conocimiento y tecnología ancestral del agua.

#### **06. Principio de sostenibilidad**

El Estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran.

El uso y gestión sostenible del agua implica la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos en el desarrollo nacional, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

#### **07. Principio de descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única**

Para una efectiva gestión pública del agua, la conducción del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos es de responsabilidad de una autoridad única y desconcentrada.

La gestión pública del agua comprende también la de sus bienes asociados, naturales o artificiales.

#### **08. Principio precautorio**

La ausencia de certeza absoluta sobre el peligro de daño grave o irreversible que amenace las fuentes de agua no constituye impedimento para adoptar medidas que impidan su degradación o extinción.

#### **09. Principio de eficiencia**

La gestión integrada de los recursos hídricos se sustenta en el aprovechamiento eficiente y su conservación, incentivando el desarrollo de una cultura de uso eficiente entre los usuarios y operadores.

#### **10. Principio de gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica**

El uso del agua debe ser óptimo y equitativo, basado en su valor social, económico y ambiental, y su gestión debe ser integrada por cuenca hidrográfica y con participación activa de la población organizada. El agua constituye parte de los ecosistemas y es renovable a través de los procesos del ciclo hidrológico.

#### **11. Principio de tutela jurídica**

El Estado protege, supervisa y fiscaliza el agua en sus fuentes naturales o artificiales y en el estado en que se encuentre: líquido, sólido o gaseoso, y en cualquier etapa del ciclo hidrológico.

#### **4.2.6 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Decreto Supremo 002-2008-MINAM**

En este decreto supremo (002-2008-MINAM), se han establecido los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental, estos han sido comparados con los resultados de la presente investigación, teniendo en cuenta los usos del agua, estos usos según este decreto supremo se agrupan en cuatro categorías de uso.

#### **4.2.7 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

##### **Fosfatos.**

El término fosfato se define como las sales o los esteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica. Los fosfatos secundarios y terciarios son insolubles en agua, a excepción de los de sodio, potasio y amonio.

## **El Agua.**

Según (SÁNCHEZ, 2008). El agua pura es un líquido inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que solo puede detectarse en capas de gran profundidad, a la presión atmosférica (760 mm de mercurio) el punto de fusión del agua es de 0 °C y su punto de ebullición de 100 °C El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4 °C. Cuando el agua se enfría y se congela, el sólido que resulta ocupa un volumen mayor que el del líquido del que proviene; disminuye su densidad, de 1g/cm<sup>3</sup> en el agua líquida a 0.9 g/cm<sup>3</sup> en el hielo. El agua puede existir en estado sobre enfriado, es decir, puede permanecer en estado líquido aunque su temperatura esté por debajo de su punto de fusión; se puede enfriar fácilmente a unos - 25 °C sin que se congele. El agua sobre enfriado se puede congelar agitándola, descendiendo más su temperatura o añadiéndola un cristal u otra partícula de hielo.

## **Calidad de agua.**

El término **calidad del agua** es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas.

Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada.

De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.

## **Vertimiento**

Evacuación deliberada de desechos u otras sustancias al ambiente.

## **Agua residual o aguas servidas**

Aguas contaminadas por uso doméstico, industrial o agrícola. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto de los últimos años por la contaminación que genera a los ecosistemas.

**Impactos Ambientales.**

Es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base ambiental.

**Monitoreo.**

Consiste en la observación del curso de uno o más parámetros para detectar eventuales anomalías.

**Orilla del Río.**

Parte de la tierra más próxima al mar, a un lago, río, etc., la que limita inmediatamente con el agua.

**Rio Indoché.**

Rio afluente del río mayo.

**Cuerpo receptor.**

Se denomina cuerpo receptor, a un curso de agua, río o arroyo; un lago, o un ambiente marino al cual se descarga un efluente de aguas servidas, ya sea de áreas urbanas, de industrias, o de sistemas de riego.



### **4.3 VARIABLES**

**Variable Independiente:**

X = Niveles de Concentración de Fosfatos

**Variable Dependiente:**

Y = Calidad del agua del Río Indoche

**Variable Interviniente:**

Z = Temperatura, Precipitación pluvial, pH, Caudal del Río.

### **4.4 HIPÓTESIS**

“La concentración de fosfatos en el río Indoche es alta, producto de la descarga de elevados volúmenes de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba.”

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:**

- De acuerdo a la orientación : Aplicada
- De acuerdo a la técnica de contratación : Descriptiva

### **5.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

La presente investigación obedece a un diseño de tipo no experimental transversal o transeccional, debido a que se realizaran observaciones en un momento único en el tiempo, es decir se medirán las variables de manera individual y se reportaran las mediciones en forma descriptiva, mediante el cual se buscara relaciones entre las variables y evaluar si existe correlación y causalidad entre las mismas.

Es decir se buscara la relación entre variables ya sea:

a) Correlacional:

X-----Y

Dónde:

X: Niveles de concentración de fosfatos

Y: Calidad del agua del Rio Indoche

b) Relación causal:

X.....Y

X: Niveles de concentración de fosfatos

Y: Calidad del agua del Rio Indoche

### **5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

**POBLACIÓN:**

La población para este trabajo investigativo es la ciudad de Moyobamba

**MUESTRA:**

Representado por el número de muestras a tomarse durante la etapa de estudio

#### **5.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

El material de estudio para la presente investigación se obtuvo de un análisis de las muestras de aguas superficiales, tomadas a lo largo de 185 km de longitud que tiene la sub cuenca del Rio Indoché, de acuerdo a procesos ya establecidos que se detallan a continuación.

#### **5.5 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO**

Para la determinación de los puntos de muestreo se tuvo que hacer la determinación del área de estudio la cual estuvo basada en estudios previos y a la problemática ambiental que presenta el ecosistema Rio Indoché, la misma que comprende jurisdiccionalmente a las provincias de Rioja y Moyobamba y tiene una longitud de 185.7 km .

La sub cuenca del Rio Indoché se encuentra situada en el departamento de San Martín. Fisiográficamente se ubica dentro de la Cordillera Andina y abraza una extensión de 52 219 has.

Para simplificar el número de estaciones y/o puntos de muestreo y facilitar la representación de los datos se empleó el **perfil longitudinal** de muestreo (Chapman 1998).

La determinación de los sectores y puntos de muestreo se basaron en los siguientes criterios básicos:

- Cambios en la áreas y/o sectores en el ecosistema debido a procesos de ampliación de área urbana
- Vertidos de aguas residuales
- Fuente puntuales de contaminación
- Marco hidrológico y variaciones hidrológicas (aporte de caudales y/o confluencia de otros ríos)
- Uso del recurso hídrico
- Accesibilidad física

Los aspectos señalados permitieron determinar la cantidad necesaria y localidades óptimas para los eventos de muestreo y los recursos humanos a emplear

Se determinaron un total de ocho puntos de monitoreo, en los cuales se ha realizado muestreos durante cuatro meses a intervalos de tres días en cada evento. Lo cual hace un total de 48 datos en cada punto de muestreo.

Los puntos de monitoreo seleccionados son según lo siguiente:

PUNTOS	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
1	274981	9307135
2	271369	9313286
3	269438	9318445
4	272487	9324553
5	274452	9331119
6	276449	9334479
7	277852	9338593
8	277830	9340201

## **5.6 DETERMINACIÓN DE NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS**

La determinación de los niveles de concentración de Fosfatos se realizó mediante la utilización de Kits de ensayo colorimétrico. Cuyas especificaciones técnicas son las siguientes:

### **Especificaciones**

**HI 3833 Fosfatos (como ortofosfatos,  $\text{PO}_4^{3-}$ )**

**Método de análisis:** Rango colorimétrico

**Rango:** 0-10 mg/L

**Incremento mínimo:** 1 mg/L

**Método químico:** Ácido ascórbico

**Peso:** 160 g

### **KIT DE FOSFATOS HI 38077, HANNA®**



#### **Procedimiento seguido para la determinación de Fosfatos- Instrucciones**

- Se verifica que el espejo, su soporte y el disco estén pre instalados
- Con la ayuda de una pipeta se añade a cada vial 10 ml de muestra
- Se inserta uno de ellos en el orificio de la izquierda del checker disk. Este es el blanco
- Luego se añade al otro vial de cristal 1 paquete de reactivo, se coloca la tapa y se agita durante 20 segundos. Esta es la muestra tratada
- Se espera 3 minutos para permitir que ocurra la reacción.

- Se quita la tapa y se inserta la muestra tratada en el orificio derecho del checker disc.
- Se sujeta el checker disc de forma que una fuente de luz ilumine las muestras desde la parte superior.
- Se mantiene el checker disc a una distancia de 30 a 40 cm de los ojos para comparar el color. Se hace girar el disco mientras se mira a las ventanas de test de color y se para cuando el color coincida. Se lee el valor en la ventana de resultado directamente en mg/l (0 ppm) de fosfato, si se quiere convertir este resultado a mg/l (ppm) de fosforo se divide por 3.1.

## **5.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Para el procesamiento y análisis de datos y representar la información se utilizó programas de información geográfica como arc Gis 9.2 Gogle Heart, y programas informáticos de Microsoft Office y otros para determinar el promedio y la desviación estándar.

Según los usos del agua del río Indoche en la zona, la comparación de resultados se hizo con los Estándares de Calidad Ambiental – ECAs, según el D° S° N° 002-2008-MIMAN, para luego ser representados en tablas y gráficos.

## **VI. RESULTADOS**

### **6.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA SUBCUENCA DEL RIO INDOCHE**

#### **6.1.1. GEOLOGÍA**

El área de estudio se encuentra localizada en la Cordillera Oriental, la gran variedad de unidades litológicas se han agrupado en siete unidades litoestratigráficas que han correspondido a diferentes ciclos de sedimentación, las cuales han sido depositadas desde tiempos del paleozoico y continúan hasta la actualidad. Debido a su complejidad, estas han sido separadas por bloques y caracterizadas de acuerdo a su ambiente de sedimentación, edad de formación, presencia de fósiles y estructuras tectónicas, los cuales han definido la exposición del relieve actual.

Las unidades encontradas son:

##### **Depósitos Fluviales**

Estas formaciones se encuentran ubicadas en las riberas y en el fondo de los ríos, constituidos principalmente por gravas gruesas y finas, con arenas consolidados, y limo arcillitas.

##### **Formación Ipururo**

Esta unidad litoestratigráfica aflora en las localidades de Rioja, Soritor, Habana, Yantalo, Moyobamba y en el sector sur (Raya Azul), entre los más importantes.

En el río Potro esta secuencia está constituida: en la base por areniscas de grano grueso a medio, friables, mal clasificadas, con lentes de conglomerados y lutitas en capas delgadas; de tonalidades rojizas, pudiendo presentar ocasionalmente tonos pardo-amarillento. En la parte media presenta lodolitas, lutitas y lodolitas rojas a moradas en capas delgadas a medianas. Y en la parte superior predominan areniscas rojas de grano medio a grueso y algunos niveles lenticulares de conglomerados; en las areniscas se puede observar estratificación cruzada.

En el sector Yantaló y Nueva Jerusalén esta unidad está compuesta por lodolitas, limolitas y areniscas rojas.

La potencia de esta formación no se puede estimar, debido a la gran espesura de la vegetación, sin embargo en el cuadrángulo Puerto América, Quispesivana (1997) reporta un grosor de 450 m.

Su depositación ha sido originado en un ambiente netamente continental, con ciertos sectores palustres y lacustres, basado en una dinámica fluvial ligeramente intensa.

Su edad de formación ha sido datada por su posición estratigráfica y su relación cronoestratigráfica, por el cual se le ha asignado de edad Plioceno inferior. Esto es debido a que sobreyace transicionalmente a la Formación Chambira.

### **Formación Chambira**

Corresponden a secuencias litológicas denominadas capas rojas continentales superiores. Fue definida por Kummel, B. (1948), como miembro del Grupo Contamana, en los cerros Cushabatay, provincia de Ucayali. El mismo autor lo redefine y eleva a la categoría de Formación, describiéndola litológicamente como arcillitas, lutitas y limolitas rojas, los cuales se intercalan con areniscas marrones, delgadas capas de anhidrita, y horizontes tufáceos esporádicos, tiene una extensión de 41 943.34 del la zona de estudio con el 5.28%.

Basándose en el contenido fosilífero y a su posición estratigráfica se considera para esta formación una edad correspondiente al Oligoceno superior-mioceno inferior. Esta unidad es equivalente a la base del Grupo Chiriaco que aflora en el cuadrángulo Río Comaina, en el flanco oriental de la Cordillera del Cóndor y con la parte superior del Grupo Huayabamba de la cuenca Huallaga.

### **Formación Yahuarango**

Constituye un conjunto litológico denominado capas rojas continentales, que da inicio a la depositación continental, con pequeñas interrupciones de leves transgresiones marinas. Fue definido por Kummel, B. (1946) en la quebrada Yahuarango,



región Santa Clara como miembro del Grupo Contamana, donde describe en la parte superior limoarcillitas rojas (lodolitas rojizas), limolíticas; y en la base, conglomerados redondeados a subangulosos con estratificación sesgada.

Por sus características litoestratigráficas y palinológicas se establece que la Formación Yahuarango se depositó en un ambiente netamente continental, la cual estuvo ligada a una sedimentación con flujos aluvionales y fluviales dentro de una zona depresionada. Esta característica nos permite asumir, que estuvo asociado a depósitos lagunares y palustres, originando la sedimentación de materiales finos pelíticos en un ambiente oxidante.

Según Gutierrez, M. (1982), la Formación Yahuarango se habría depositado desde inicios del Paleoceno hasta comienzos del Eoceno, análisis realizado en base a su posición estratigráfica. Sobreyace en forma transicional a la Formación Vivian e infrayace del mismo modo a los sedimentos de la Formación Chambira y en algunos sectores en discordancia angular a los sedimentos del Cuaternario. A pesar que se tiene abundante microflora como las Charofitas, estas no han sido determinantes para diagnosticar su edad.

### **Formación Chonta**

Definida por su carácter carbonatado por Morán, R. y Fyfe, D. (1933, cit. INGEMMET), en la isla de Chonta del río Pachitea, departamento de Huánuco. En este lugar describen calizas de color blanquecina a crema y margas. Kummel, B. (1948) en la región de Contamana, describe esta secuencia en lutitas gris oscura, limolitas y algunos niveles de calizas. En la zona de estudio se encuentran infrayaciendo en contacto normal a la Formación Vivian y suprayaciendo al grupo Oriente en contacto transicional.

Las lutitas de esta unidad litoestratigráfica son grises a gris oscuras, firmes, fisibles, algo calcáreas en las microfracturas, fosilíferas (equinoides, pelicipodos, cefalópodos). Se presentan en estratos gruesos con intercalaciones delgadas de calizas beige, masivas,

duras y margosas, evidenciando gradaciones verticales entre estas. También se encuentran en la parte inferior secuencias de lutitas, las cuales se intercalan con niveles delgados de areniscas cuarzosas finas de tonalidad gris verdosas, glauconíticas, firmes a friables, con regular porosidad y permeabilidad. Estas características nos permiten definir la existencia de un cambio transicional con las areniscas cuarzosas de la Formación Agua Caliente, mientras que el cambio litológico con la formación Vivian es más conspicuo.

Las calizas que predominan en esta secuencia ocurren en la parte media y son de tonalidades gris oscuro, duras, cripto-cristalinas, masivas y algo folisíferas. Esta se presenta en estratos delgados y gruesos que no pasan de los 70 m. Los cambios de facies verticales a partir del cuerpo central de calizas, tanto hacia la base como hacia el tope, son gradacionales, donde los estratos de calizas se adelgazan hasta formar estratos tabulares o laminares con las lutitas.

El espesor de esta secuencia puede alcanzar en la zona hasta unos 800 m, en razón de que en el río Cahuapanas se midieron 710 m. y en la zona de Rodríguez de Mendoza se midieron 1200 m., lo que evidencia un aumento hacia el Oeste.

Los sedimentos y fósiles de la formación Chonta evidencian un origen marino en ambientes que varían desde mares neríticos someros (en la parte inferior) a mares neríticos profundos (parte central). La sedimentación se produjo durante la mayor transgresión marina del cretáceo hacia el Este, a través del Portal Marañón, y se extendió de NO a SE, formando la gran cuenca pericratónica cretácica.

El alto contenido fosilífero de esta formación ha permitido determinar bien su edad, que comprende desde el Albiano hasta el Maestrichtiano del Cretáceo. Las relaciones con cambios de facies con las areniscas Agua Caliente del Grupo Oriente permitieron que existan estratos de la misma edad entre estas dos formaciones.

La Formación Chonta se correlaciona en cambios de facies en conjunto con las formaciones Chulec, Pariatambo, Yumagual,

Mujarrum, Romiron, Coñor y Cajamarca. Mientras, que en la Cordillera Oriental, hacia el Ecuador, con la formación Napo y, en el Brasil, con la formación Río Azul.

### **Grupo Oriente**

El nombre del Grupo Oriente fue dado por R. Fuentes (1972) a la secuencia inferior del Cretáceo constituido por areniscas cuarzosas y lutitas grises que sobreyacen a la formación Sarayaquillo en discordancia sub-paralela e infrayacen a la formación

Se distribuyen en toda la faja subandina y en el subsuelo amazónico. A esta misma secuencia, Kummel denominó Formación Oriente; mientras que, Morán y Fyfe la denominaron Formación Agua Caliente.

### **Formación Sarayaquillo**

Unidad litoestratigráfica de origen continental, descrita por Kummel, B. (1946), en el río Sarayaquillo, localidad de Contamana, que lo define por su naturaleza clástica rojiza (areniscas rojizas). Megard, F. (1973-1974), redefine la formación en dos fases de depositación, una parte inferior salobre de edad bajociano y una superior de ambiente netamente continental, existiendo entre ellas un evidente cambio de facies. Es preciso indicar que la sedimentación de esta secuencia está relacionada con la emersión y la erosión de la Cordillera Oriental. En la zona de estudio, estas secuencias sedimentarias se encuentran suprayaciendo con discordancia angular a las calizas Pucará e infrayaciendo con discordancia subparalela a las areniscas del Grupo Oriente del Cretáceo

La Formación Sarayaquillo está constituida por una potente y monótona secuencia rojiza con interestratificación delgada de arenisca, arcillitas, lodolitas, limolitas y margas en estratos masivos, tabulares y fisibles, con abundante yeso vetiforme y nodulares. Las microfracturas y porosidades secundarias se

encuentran rellenos por carbonatos cálcicos que precipitan a partir de aguas circulantes que los toman de estratos calcáreos.

Las areniscas son de grano muy fino a limolíticas y arcillosas, que varían de color rojo ladrillo a marrón oscuro, siendo bastante compactas. Se presentan en estratos potentes y bancos delgados con estratificación sesgada o cruzada, los cuales se intercalan con niveles de arcillitas, tal como se aprecia principalmente en los cortes de la Carretera Marginal y aguas arriba de la boca del río Serranoyacu.

Las relaciones tanto horizontales como verticales entre las areniscas y las arcillitas frecuentemente son gradacionales, formándose entre ellas las lodolitas y margas.

En la zona de estudio, se encuentran asociados a los domos salinos y afloramientos de salmueras. Estos depósitos salinos, en el ámbito regional, están relacionados con los sedimentos continentales de edad Jurásica, lo que significaría que la formación Sarayaquillo contiene cuerpos aislados que corresponderían a cuencas restringidas de formación de rocas evaporíticas (yeso, Anhidrita, sal, etc.).

Las secciones aflorantes de la formación Sarayaquillo son incompletas por efecto de la fuerte erosión, donde se le puede atribuir un espesor de 800 m. aproximadamente, pero este es muy variable debido a su origen continental, deformación estructural y degradación.

### **6.1.2. GEOMORFOLOGÍA**

El área de estudio se caracteriza por presentar las siguientes Unidades Geomorfológicas:

#### **Montañas Anticlinales**

Representan geoformas modeladas por eventos tectónicos que se han manifestado a través de los diferentes ciclos de deformación que ocurrieron a fines del cretáceo. Sus formas están asociadas a

los plegamientos de flexión anticlinal, es decir los estratos se han arqueado en forma convexa aprovechando los niveles litoestratigráficos pelíticos de alta plasticidad. Conforman elevaciones empinadas (pendiente mayores a 45%), con altitudes que no sobrepasan los 1000 m. Estas unidades se encuentran desarrolladas en rocas jurásicas de la Formación Sarayaquillo, Cretácicas del Grupo Oriente y Terciarias de las formaciones Yahuarango, Chambira e Ipururo.

Su distribución se realiza principalmente en la región Sub andina, ubicándose en el sector suroccidental. Esta unidad alberga a los centros poblados Progreso, Naranjillo, Canaan, y Jepelacio entre los más representativos. Una de las características primordiales de esta geoforma es que sigue la orientación (NO-SE) de las principales estructuras anticlinales

**Geomorfología Ambiental:** La actividad tectónica aún mantiene en estas zonas movimientos imperceptibles, debido a ello originan sismos esporádicos, especialmente en el alto Mayo, causando en ocasiones, desprendimientos de taludes por efectos gravitatorios. También tenemos procesos de remoción en masa, que se acentúan en épocas de altas precipitaciones. El estudio de riesgo sísmico realizado en estas áreas ha confirmado su alta vulnerabilidad a estos fenómenos naturales

#### **Montañas Estructurales denudacionales**

Su principal desarrollo ha sido efectuado por el accionar de los eventos tectónicos y que posteriormente han sufrido intensos procesos denudativos. Es decir que, en una primera etapa su formación estuvo ligada a los procesos epirogénicos, que ocurrieron durante la fase tectónica Inca (Terciario inferior-60 m.a.). Estos, levantaron los bloques de la Cordillera Sub andina deformando las secuencias cretácicas y terciarias; y originando formas concavas y convexas. La segunda etapa de formación esta vinculada a los intensos procesos denudativos, que se originaron principalmente durante el Plioceno y Pleistoceno, tiempo en el

cual, adquirieron el mayor porcentaje de su conformación actual. Fisiográficamente constituyen las montañas altas y bajas de la Cordillera Sub andina.

Su distribución ocurre ampliamente en la Cordillera Sub andina. Se localiza principalmente a lo largo de la Cordillera Sub andina, tanto en el sector oriental como occidental. Se presenta como una franja alargada y continua, sobre todo en la Cordillera de Cahuapanas

Su representación litológica es una de las más variadas. Corresponden a sedimentos marinos y continentales de edades de formación, que oscilan entre el Jurásico y terciario superior, pertenecientes a las formaciones Sarayaquillo (Jurásico superior), Grupo Oriente y Formación Chonta (Cretáceo). También alberga secuencias sedimentarias continentales (capas rojas clásticas) como las formaciones Yahuarango (Paleógeno-paleoceno), Chambira (Paleógeno-oligoceno) e Ipururo del Neógeno-mioceno superior. Su composición litológica es muy variada, tal como se le describe en el capítulo de Geología de Alto Mayo.

**Geomorfología ambiental:** En estos relieves, los procesos bioclimáticos permiten una aceleración en la fragmentación mecánica de masa rocosa, lo que origina coluvionamiento. Además tenemos procesos geodinámicos relacionados con la disección y aportes de los sedimentos hacia las partes bajas (piedemonte, laderas, etc.). También está relacionada a la erosión de los ríos encañonados (por su índice de torrencialidad) y a los movimientos de remoción en masa. Estos acontecimientos generan el retroceso de las vertientes, que generalmente buscan su perfil de equilibrio.

### **Complejo Estructural Multiplegado**

Estos tipos de relieves se han definido de acuerdo a su complejidad estructural. Los procesos endógenos o tectónicos han sido los causantes del modelado y configuración actual de estos relieves. Entre las estructuras, que han causado el desarrollo morfológico,

podemos mencionar los fallamientos de tipo normal e inversa, plegamientos (sinclinales y anticlinales) y fracturas; los cuales se han podido reconocer en el campo y a través de los análisis efectuados en la interpretación de las imágenes de satélite.

Este complejo geoestructural se distribuye ampliamente en la zona sub andina, en forma continua y alargada. Se le localiza adyacente a las montañas estructurales denudacionales y montañas calcáreas en el sector norte y occidental, mientras que en el sector nor occidental se le localiza en contacto con las montañas sinclinales

Litológicamente está compuesto por secuencias Mesozoicas y Cenozoicas, que comprenden principalmente a las formaciones Cretácicas y Paleógenas-Neógenas, teniendo como eje de estos plegamientos a secuencias pelíticas que han definido la deformación del conjunto sub andino.

Geomorfología ambiental: Esta asociado a los fallamientos de tipo inversa, que generan inestabilidad en el terreno. Existe la posibilidad de ocurrencia de sismos, que pueden llegar a generar movimientos de los materiales litológicos, los cuales podrían ocasionar desprendimientos de taludes y excepcionalmente remoción en masa. Es preciso, que en estos lugares se realice un estudio de detalle para determinar los tipos de riesgos, a los que puede someter esta configuración geoestructural.

### **Montañas en formas de Espinazo o Montañas en Chevron**

Corresponden relieves montañosos muy empinados, cuya característica principal es que adquieren formas de cuchillas (Iron Flat). Presentan picos muy agudos, por lo que sobresalen nítidamente sobre otras geoformas. En las imágenes de satélite se les observa en forma continua (formas de "V") y alargadas, donde aparentan ser una mesa o meseta dentro de la configuración andina. Estos relieves han sido formados por el plegamiento y

fracturamiento de las secuencias Jurásicas de la Formación Sarayaquillo, Cretácicas del Grupo Oriente y Formación Chonta, como también de las capas rojas de la Formación Chambira. Poseen paredes muy escarpadas y puntas en forma de cresta. Corresponden a relieves montañosas longitudinales, denominado así por seguir el mismo rumbo que el alineamiento andino (NO-SE).

Su distribución es muy escasa en el área, se le observa como remanentes en las proximidades de las localidades de La Merced y Jepelacio, donde presenta pendiente abrupta.

#### **Piedemonte Aluvio Coluvial**

Estas geoformas son originadas por la acumulación de materiales depositados en las partes planas o bajas; producto de la erosión y el arrastre de materiales principalmente de las zonas cordilleranas. Su forma de depositación ha sido generada en forma de lodo (coluviación), como también por materiales casi en estado de suspensión (proceso aluvial), los cuales se han manifestado en diversos ciclos de sedimentación.

Su distribución se realiza principalmente a lo largo de la cuenca del Alto Mayo, entre los ríos Naranjillo y Tónchima. En estas localidades su presencia ocurre, adyacente a las laderas de montañas, debido a ello es que, conforman relieves con cierto grado de inclinación.

Su Litología esta representada por sedimentos de la Formación Ipururo, compuesta por areniscas gris a marrones, alternadas con niveles de lodolitas rojizas a marrones y conglomerados. También, esta representada por los depósitos Pleistocénicos compuestos por conglomerados polimícticos, ligeramente consolidados; además de gravas, gravillas de naturaleza ígnea, areniscosa y pelítica (lutitas). Geomorfología ambiental: Los procesos geodinámicos de remoción en masa, reptación de suelo y solifluxión son los más frecuentes, debido a la inconsolidación de los materiales y a la presencia constante de lluvias



### **Colinas Estructurales Denudacionales**

Corresponden a relieves originados por procesos tectónicos, que han afectado principalmente secuencias Terciarias; y en forma esporádica a rocas Triásicas, Cretácicas y Jurásicas. Su origen se inicia con un levantamiento de las rocas, producidos por la fase tectónica Inca (Eoceno, 80 m.a.) y consecutivamente por la fase Quechua I (Mioceno, 18 m.a.). Posterior y paralela a la ocurrencia de estos eventos, se produce una intensa etapa erosiva, que desgasta las rocas hasta desarrollar geoformas de colinas altas y bajas de formas alargadas, las cuales siguen las direcciones preferenciales de las principales estructuras que dominan el relieve andino. Su origen también está asociado a las grandes fallas y plegamientos. Litológicamente está compuesto por sedimentos de las formaciones Yahuarango del Paleógeno-paleoceno, Chambira del Paleógeno-oligoceno e Ipururo del Neógeno-mioceno, todos ellos descritos anteriormente. También presenta secuencias sedimentarias semiconsolidadas del Pleistoceno.

**Geomorfología ambiental:** Los procesos morfodinámicos que actúan, están relacionadas a las fallas aún activas, que algunas veces movilizan materiales, desprendiéndolos de las partes altas, especialmente de las colinas altas de fuerte pendiente. Asimismo, ocurren en ocasiones deslizamientos lentos y rápidos, así como escorrentía difusa y laminar.

### **Valle de Sedimentación Fluvioaluvial**

Corresponden a relieves relativamente planas, los cuales se sitúan principalmente en las áreas inundables. En la región, los ríos Mayo y Tónchima constituyen los principales valles, en menor escala se encuentran los valles que son bañados por los ríos Yuracyacu, Gera, Naranjillo y otros ríos afluentes del Mayo. En algunos de estos ríos considerados tributarios, no ha sido posible cartografiar los valles, por las limitaciones de la escala de trabajo, pero para información nuestra, estas vienen siendo utilizados por los lugareños para actividades agrícolas

Litológicamente están representadas por sedimentos recientes y subrecientes, pertenecientes a los depósitos aluviales del Pleistoceno superior y Holoceno, compuestos principalmente por arenitas, gravas, gravillas, cantos rodados y angulosos (conglomerados polimícticos) de diferente naturaleza. Estos materiales sedimentarios han sido acumuladas producto de la erosión de las formaciones antiguas, que se encuentran en las partes alto andinas.

Geomorfología ambiental: Estas zonas se caracterizan por tener inundaciones periódicas relacionadas a las épocas de lluvias. También, ocurren los procesos de erosión lateral, producidos por los ríos torrentosos como el Yuracyacu y Gera.

#### **Planicie Aluviofluvial**

La formación de estos relieves se debe principalmente a la acción de las grandes avenidas de sedimentos y fragmentos de rocas provenientes de las estribaciones andinas. Generalmente, presentan zonas relativamente planas y/o depresionadas formadas principalmente en el área que comprende la Cordillera Sub andina. Fisiográficamente, se clasifican como terrazas medias y bajas, las cuales se han originado por efectos de las acumulaciones efectuadas desde el Pleistoceno superior hasta el Holoceno. Los niveles de terrazas están asociados a la dinámica fluvial de los ríos que transportan los sedimentos andinos.

Litológicamente, está constituido por sedimentos pertenecientes a Depósitos Recientes y Subrecientes, conformado por niveles de arcillas, arenitas y limolitas inconsolidadas. También presentan acumulaciones de gravas y cantos rodados, especialmente en los sectores de las nacientes de los ríos tributarios.

Geomorfología ambiental: Están sujeta a las inundaciones periódicas de los ríos mencionados y constituyen los principales procesos geodinámicos que ocasionan más problemas ambientales y socioeconómicos a la región.

### **6.1.3. FISIOGRAFÍA**

El área de estudio se caracteriza por presentar las siguientes Unidades Fisiográficas:

#### **Montañas Altas de Laderas Empinadas**

Se ubican indistintamente a lo largo de la cordillera oriental, presentan relieve disectado con pendientes que varían de 25 a 50 % , los suelos son muy superficiales debido al contacto litológico.

#### **Montañas Altas de Laderas Muy Empinadas**

Al igual que la unidad anterior están ubicadas en la parte oeste de la cuenca, presentan relieve con pendientes que varían de 50 a 75 % ; presentan suelos superficiales

#### **Montañas Altas de Laderas Extremadamente Empinadas**

Con pendientes que varían de 50 a 75 %. Los suelos son superficiales a muy superficiales

#### **Montañas Bajas de laderas extremadamente empinadas**

Terrenos con pendiente mayor del 75 %

#### **Colinas Altas ligera a moderadamente disectadas**

Está constituido por colinas que presentan cimas redondeadas con laderas largas y pendientes dominantes entre 30 y 50 %

#### **Colinas Altas Fuertemente disectadas**

Conformada por colinas bajas, que presentan cimas sub-redondeadas y laderas cortas, con pendientes de 40 a 60 %. Los suelos son moderadamente profundos a superficiales.

#### **Colinas Bajas ligera a moderadamente disectadas**

Están constituidas por formas colinosas bajas, cuya altura fluctúan entre 20 - 50 m. sobre su nivel de base. Presentan cimas redondeadas y laderas cortas, con pendientes entre 15 y 25%. Los suelos desarrollados aquí son generalmente profundos a moderadamente profundos. En gran parte son aprovechados por la producción agropecuaria.

#### **Terrazas Altas Ligera a Moderadamente Disectadas**

Presenta relieve plano ondulado, con disecciones originado por pequeños cauces de agua.

#### **Terrazas Medias de drenaje bueno a moderado**

Ocupan posiciones más altas que las terrazas bajas y están constituidos por sedimentos de textura fina a excepción de algunas áreas que se encuentran adyacentes a las formas montañosas y colinosas que presentan materiales de textura más gruesa.

#### **Terrazas Bajas de drenaje bueno a moderado**

Se ubican adyacentes al río Mayo y afluentes. Son áreas sujeta a inundaciones periódicas estacionales y están constituidas por sedimentos fluviales modernos, de textura predominantemente fina.

#### **Terrazas Bajas de drenaje muy pobre**

Se ubican adyacentes de los río, Mayo y afluentes. Por su topografía depresionada, ubicación y subsuelo impermeable, esta unidad presenta condiciones de mal drenaje, que se manifiesta por la lenta evacuación de las aguas de precipitaciones pluviales.

### **6.1.4. SUELOS**

El área de estudio presenta los siguientes tipos de suelos:

#### **Suelo Tonchima**

Agrupar suelos derivados de sedimentos fluviónicos recientes, estratificados, color con matices en secuencia vertical, pardo rojizo y rojo amarillento.

Presentan un perfil sin desarrollo genético, tipo AC; con epipedón ócrico, sin horizonte subsuperficial de diagnóstico; profundos, moderadamente drenados, de textura franca sobre franco arcilloso. Químicamente, presentan una reacción fuertemente ácida a ligeramente ácida, con saturación de bases media. La fertilidad natural de los suelos varía de media a baja.

Presenta limitaciones relacionados con el factor inundación, mostrando una aptitud para Cultivos en Limpio, estacionales y de corta duración.

#### **Suelo Nipon I.**

Son suelos muy superficiales, derivados de materiales residuales ácidos (areniscas cuarzosas) buen drenaje, de textura gruesa masiva y friables. Luego cuando existe continua un horizontes C, escaso espesor mezclado con gravas y gravillas de diferente grado de descomposición.

De reacción extremadamente ácida (pH 4.5), alta saturación de aluminio y baja saturación de bases. Por sus limitaciones de pendiente y profundidad, la vocación de estos suelos está orientada, para fines exclusivos de protección.

De reacción fuertemente ácida a ligeramente ácida (pH 5.0 – 6.5), baja saturación de aluminio y baja saturación de bases. La fertilidad natural es de media a baja. Por sus limitaciones de pendiente y profundidad, la vocación de estos suelos está orientada, para fines exclusivos de protección.

#### **Suelo Cerro Amarillo**

Constituida por suelos de matices pardo oscuro sobre pardo amarillento que grada a Amarillo pardusco; originados a partir de materiales residuales finos del Terciario.

Presentan un perfil con desarrollo genético incipiente, tipo ABC; con epipedón ócrico, con horizonte subsuperficial de diagnóstico: cámbico; profundos a moderadamente profundos, limitados en algunos casos por la presencia de un estrato masivo de materiales arcillosos; presentan un drenaje bueno; de textura moderadamente fina a fina, eventualmente más gruesa en la parte superficial; ocasionalmente pueden presentar gravas de arenisca dentro del perfil, en una proporción no mayor del 5%.

Químicamente, una reacción muy fuerte a fuertemente ácida, que grada con la profundidad a condiciones más ácidas; presentan una baja saturación de bases y con presencia de Aluminio cambiabile de

20 a 50%. La capa superficial se caracteriza por presentar contenidos medios de materia orgánica y bajos de Fósforo disponible y Potasio disponibles respectivamente. La fertilidad natural de los suelos es baja, siendo su limitación principal su acidez y profundidad.

Su limitación principal está relacionada con el factor suelo (Aluminio cambiante) y el topográfico, su aptitud de uso: para cultivos permanentes en pendientes menos abruptas con riesgos de erosión, además en pendientes mayores son aptas para Producción Forestal.

### **Suelo Naranjillo**

Suelos desarrollados de materiales aluviales antiguos, ubicadas en terrazas medias, plano de buen drenaje.

Son suelos moderadamente profundos, con perfiles tipo A(B)C, color varía de pardo a pardo rojizo, de textura media (Franca a franca arcillosa), de drenaje y permeabilidad moderada, son de reacción moderadamente ácida a neutra (pH 5.6 – 7.3) , con alto contenido de materia orgánica en la superficie y bajo en los horizontes inferiores (1-2%), contenido medio de saturación de bases. Por sus características físico-químicas, la aptitud potencial es para cultivo en limpio.

### **Suelo Aguajal**

Son suelos superficiales, limitados por la presencia de una napa freática fluctuantes, con perfiles tipo A(B)C, con un colchón de materia orgánica en diferentes estado de descomposición , color varía de pardo oscuro a pardo grisáceo oscuro en la superficie a grisáceo claro con motas rojo amarillento en el horizonte B subsuperficial, de textura fina a moderadamente fina, son de reacción moderadamente ácida (pH 5.6 – 6.0) , con alto contenido de materia orgánica en la superficie (mas de 4%) y medio en los horizontes inferiores (2-4%), contenido medio de saturación de bases. Por las severas limitaciones de drenaje, la aptitud potencial de estos suelos es para protección.

La vegetación natural dominante es el aguaje, asociados con otra palmeras y especies hidrofíticas.

### **Suelo Habana**

Agrupar suelos desarrollados a partir de materiales aluviales subrecientes que descansan sobre material residual.

Presentan perfiles con incipiente desarrollo genético, tipo ABC; con epipedón úmbrico y horizonte subsuperficial de diagnóstico: cámbico; moderadamente profundos limitados por un material no consolidado de arcillas (arcillita gris), de matices negro sobre gris claro; de textura moderadamente media sobre fina y pobremente drenados.

Químicamente, presentan una baja saturación de bases, de reacción extremadamente ácida que grada a fuertemente ácida, con una alta saturación de aluminio. La capa superficial se caracteriza por presentar contenidos: altos de materia orgánica, bajos de Fósforo y Potasio disponibles respectivamente. La fertilidad natural de los suelos es baja.

Su limitación principal está relacionada con el factor suelo (fertilidad baja, moderada profundidad, toxicidad de aluminio) su aptitud de uso: para cultivos en limpio, exclusivamente arroz

### **Suelo Moyobamba**

Están constituidas con suelos de matices pardo a pardo oscuro sobre rojo amarillento a amarillo rojizo; originados a partir de materiales residuales del Terciario, de naturaleza arcillosa – arenosa.

Presentan un perfil con desarrollo genético incipiente, tipo ABC; con epipedón ócrico, con horizonte subsuperficial de diagnóstico: cámbico; profundos a muy profundos; presentan un drenaje bueno; de textura moderadamente fina a fina; ocasionalmente pueden presentar gravas de arenisca dentro el perfil, en una proporción de 5%.

Químicamente, presentan una reacción extremada a muy fuertemente ácida; una baja saturación de bases y con una

saturación de Aluminio cambiable de 20 – 60%. La capa superficial se caracteriza por presentar contenidos bajos de materia orgánica, bajo en Fósforo y medio en Potasio disponibles, respectivamente. La fertilidad natural de los suelos es baja, siendo su limitación principal su acidez y su fertilidad.

Sus limitaciones están relacionadas con el factor suelo (elevada acidez, aluminio cambiable) y el factor topográfico, que le asignan una aptitud de uso: para Cultivo Permanente, con riesgos de erosión en zonas de pendientes suaves, en pendientes mayores aptas para Producción Forestal, asimismo en pendientes muy abruptas, con suelos moderadamente profundos son Tierras de Protección.

#### **Suelo Alto Mayo- Rumi Bajo (70-30%)**

Está conformada gran parte por los suelos de la serie Alto Mayo (70% de la asociación) y la serie Rumi Bajo (30% restante). Se encuentran distribuidos en terrazas bajas, de relieve plano, con pendientes dominantes de 0 a 5 %, periódicamente inundables a lo largo del río Mayo y en terrazas inundables de los ríos Yuracyacu y Naranjillo.

#### **Suelo Rumiycu- Betania (60-40%)**

Está conformada gran parte por los suelos de la serie Rumiycu (60% de la asociación) y la serie Betania (40% restante). Cerca de las localidades de San Mateo, San Andrés, Barbascal y Shucshuyacu. , su aptitud de uso: para protección por sus pendientes están sometidas a los riesgos de erosión.

#### **Suelo Nipón I- Cerro Amarillo**

Está conformada gran parte por los suelos de la serie Nipón I (60% de la asociación) y la serie Cerro Amarillo (40% restante). Se encuentran distribuidos en Montañas altas de laderas moderadamente empinadas y extremadamente empinadas



#### **6.1.5. CAPACIDAD DE USO MAYOR**

##### **Tierras aptas para cultivo en limpio de Calidad Agrológica media con limitaciones por suelo.**

Las tierras son moderadamente profundas, de textura media, de reacción fuertemente ácida a neutra.

Los suelos que integran esta categoría son: Naranjillo, Valle Grande, Cawasa, yarinal, Nuevo Tambo, Uquihua, Valle Grande – Benedicto y San Juan Patria Nueva.

El uso intensivo de estas tierras está limitado principalmente por la fertilidad natural. Considerando las características edafoclimáticas del medio se recomienda cultivos de corto periodo vegetativo o que soporten inundaciones como: Maíz, frijol, maní yuca, soya, arroz, caña de azúcar y algunas hortalizas afines al medio.

##### **Tierras de protección por pendiente y suelos.**

Localizados en áreas de pendientes fuertes, con evidencias de fuerte erosión. Las limitaciones de uso están vinculadas a factores edáficos y topográficos-erosión. Las unidades incluidas en este grupo son los suelos Cerro Amarillo, Calera I y Nipón I

##### **Tierras de protección por inundación y drenaje.**

Incluye suelos superficiales a moderadamente profundo ubicados en orillares sometidos a procesos de inundación periódicos y con problemas de drenaje, las unidades que se incluye en este grupo es el suelo Alto Mayo en posiciones fisiográficas de Islas.

- Tierras aptas para cultivo en limpio de Calidad Agrológica media con limitaciones por suelo e inundación. Asociados con tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo y drenaje.

- Tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo. Asociados con tierras

Aptas para pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo.

- Tierras aptas para producción forestal de Calidad Agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo. Asociados

con tierras aptas para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones de pendiente y suelo.

- Tierras para protección con limitación por pendiente y suelo. Asociados con cultivo permanente de calidad agrológica Baja con limitaciones por pendiente y suelos.

- Tierras para protección por pendiente y suelo. Asociados con producción forestal de Calidad agrológica media con Limitaciones por pendiente y suelo.

#### **6.1.6. HIDROLOGIA.**

El área en estudio presenta una red hidrográfica caracterizada por la afluencia de quebradas tanto por la margen derecha como izquierda, los cuales se mencionan:

Margen Derecha: Quebrada Legía, La catarata, La Coca, Toe, Unbuche y Almendra.

Margen Izquierda: Quebrada Mi Perú, La Mina, Doncel, Borrachó, Puynillo y Ochame.

## 6.2 NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS EN EL RÍO INDOCHE.

Los resultados se pueden mostrar en la tabla 1 y gráficos 1

### A.- Datos promedio de la concentración de fosfatos en cada punto y por cada hora de muestreo

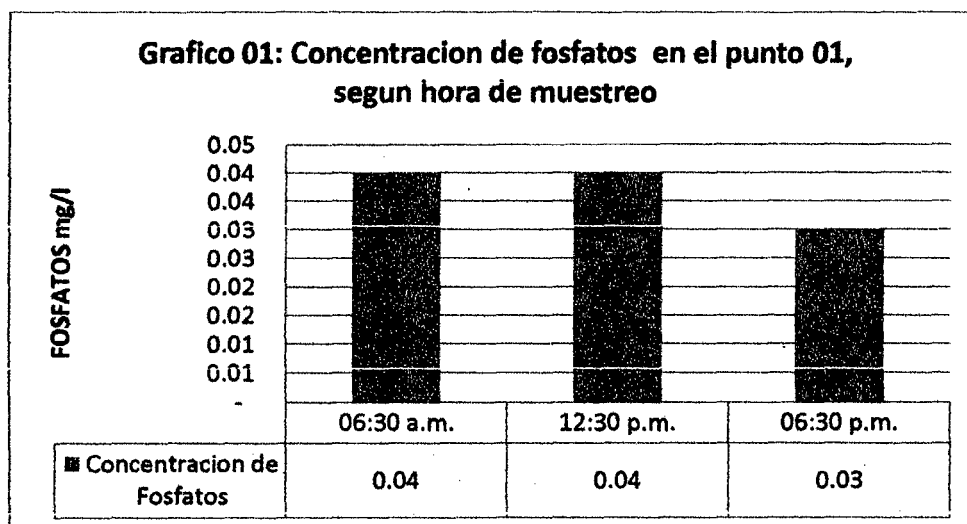
En las siguientes tablas del 01 al 08 y los gráficos del 01 al 08 se puede apreciar el nivel de concentración de fosfatos encontrados en cada punto y en cada hora de muestreo

**Tabla 01: Datos Promedio por punto y hora, de la concentración de Fosfatos en el Rio Indoché (Punto 1)**

Hora de Muestreo	6:30 a.m		12:00 p.m		6:30 pm	
Punto de Muestreo	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.
01	0.04	0.02	0.04	0.02	0.03	0.02

Fuente: Elaboración Propia, 2014

**Gráfico 01: Concentración de fosfatos en el punto 01, según hora de muestreo**



Fuente: Tabla 01

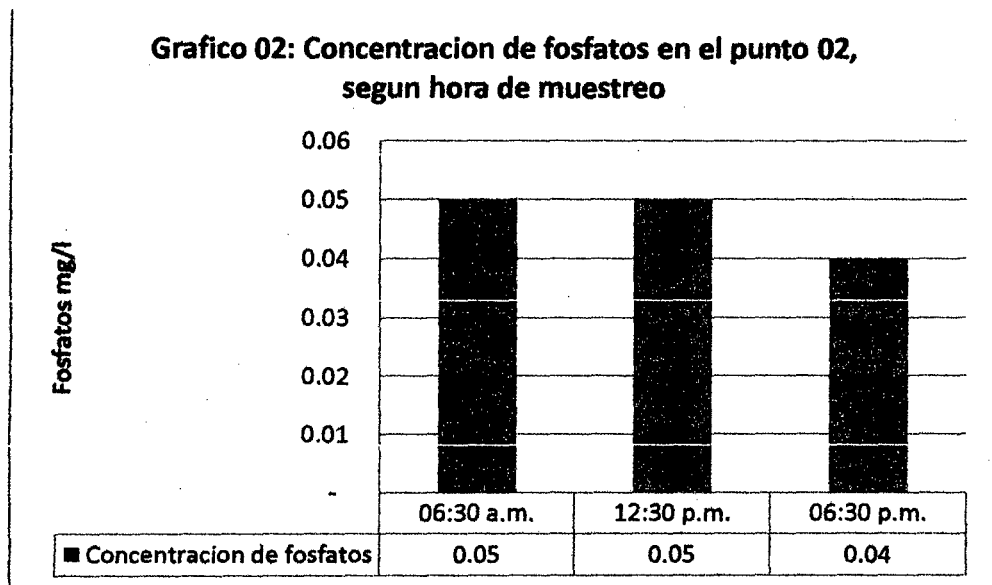
En la tabla N° 1 y gráficos 01, se observa que en el punto de monitoreo 01, a las 6:30 am y 12:30 pm presentan igual nivel de concentración de fosfatos ( $x=0.04$ ), y a las 6:30 pm se observa una disminución en el promedio ( $x=0.03$ ) con respecto a los anteriores horarios

**Tabla N° 2: Datos Promedio por punto y hora, de la concentración de Fosfatos en el Rio Indoche (Punto 2)**

Hora de Muestreo	6:30 a.m		12:00 p.m		6:30 pm	
Punto de Muestreo	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.
02	0.048	0.021	0.054	0.017	0.043	0.021

Fuente: Elaboración Propia, 2014

**Grafico 02: Concentracion de fosfatos en el punto 02, segun hora de muestreo**



Fuente: Elaboración Propia, 2014

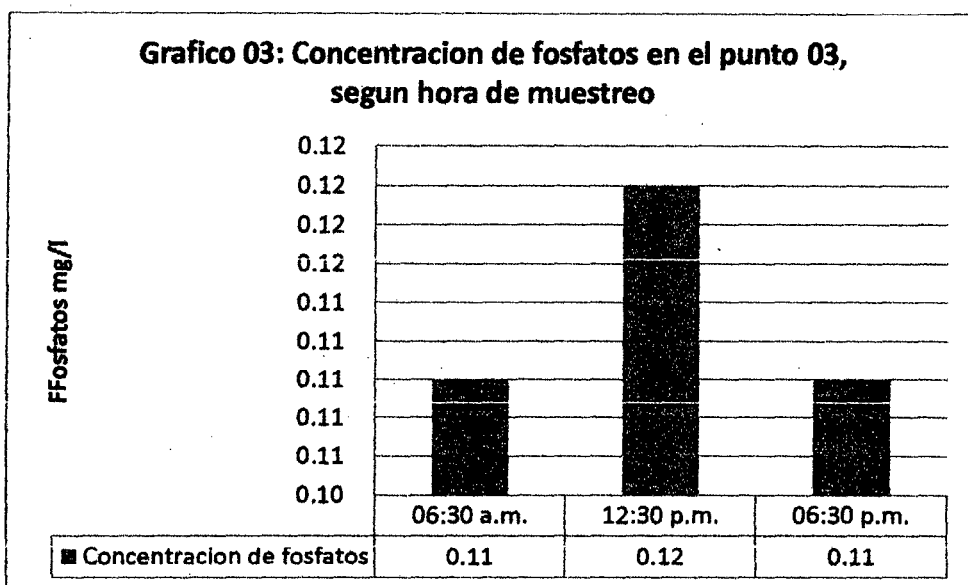
En la tabla N° 2 y gráfico 02, se observa que en el punto de monitoreo 01, a las 6:30 am presenta un valor de 0.048 mg/l de fosfatos, a las 12:30 pm hay un aumento presentando 0.054 mg/l y a las 6:30 pm se observa una disminución presentando un valor de 0.043 mg/l. En este punto el mayor valor se observa en el horario de medio día

**Tabla N°03: Datos Promedio por punto y hora, de la concentración de Fosfatos en el Rio Indoche (Punto 3)**

Hora de Muestreo		6:30 a.m		12:30 p.m		6:30 pm	
Punto de Muestreo		Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.
03		0.111	0.105	0.119	0.100	0.107	0.091

Fuente: Elaboración Propia, 2014

**Grafico 03: Concentración de fosfatos en el punto 03, según hora de muestreo**



Fuente: Tabla 03

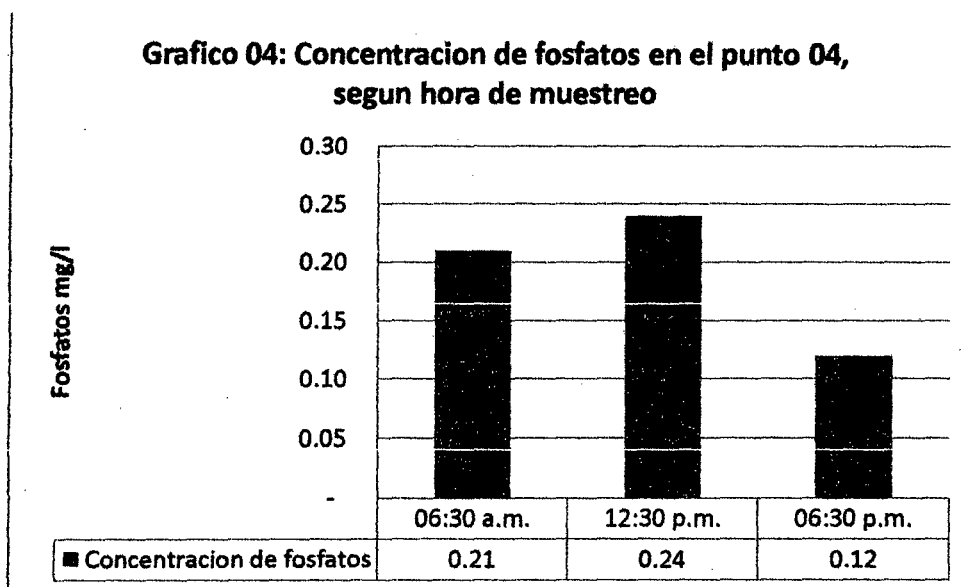
En la tabla N° 03 y gráfico 03, se observa que en el punto de monitoreo 03, a las 6:30 am presenta un valor de 0.111 mg/l de fosfatos, a las 12:30 pm hay un aumento presentando 0.119 mg/l y a las 6:30 pm se observa una disminución presentando un valor de 0.107 mg/l. En este punto el mayor valor se observa en el horario de medio día

**Tabla N° 4: Datos Promedio por punto y hora, de la concentración de Fosfatos en el Rio Indoche (Punto 4)**

Hora de Muestreo	6:30 a.m		12:00 p.m		6:30 pm	
Punto de Muestreo	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.
04	0.207	0.211	0.240	0.148	0.116	0.069

Fuente: Elaboración Propia, 2014

**Grafico 04: Concentracion de fosfatos en el punto 04, segun hora de muestreo**



Fuente: Tabla 04

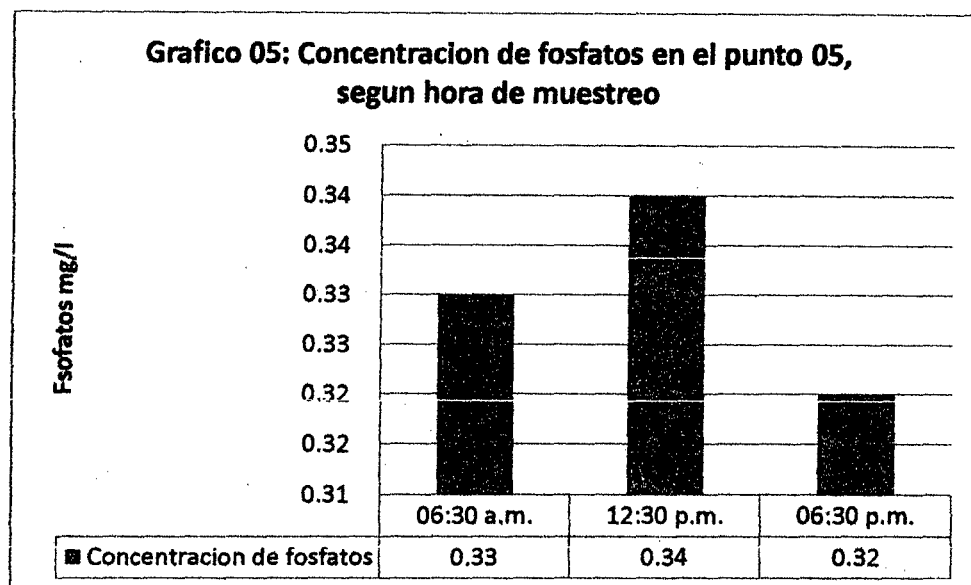
En la tabla N° 04 y gráfico 05, se observa que en el punto de monitoreo 04, a las 6:30 am presenta un valor de 0.207 mg/l de fosfatos, a las 12:30 pm hay un aumento presentando 0.240 mg/l y a las 6:30 pm se observa una disminución presentando un valor de 0.116 mg/l. En este punto el mayor valor se observa en el horario de medio día

**Tabla N° 5: Datos Promedio por punto y hora, de la concentración de Fosfatos en el Rio Indoche (Punto 5)**

Hora de Muestreo	6:30 a.m		12:00 p.m		6:30 pm	
Punto de Muestreo	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.
05	0.325	0.016	0.342	0.011	0.321	0.019

Fuente: Elaboración Propia, 2014

**Grafico 05: Concentracion de fosfatos en el punto 05, segun hora de muestreo**



**Fuente: Tabla 05**

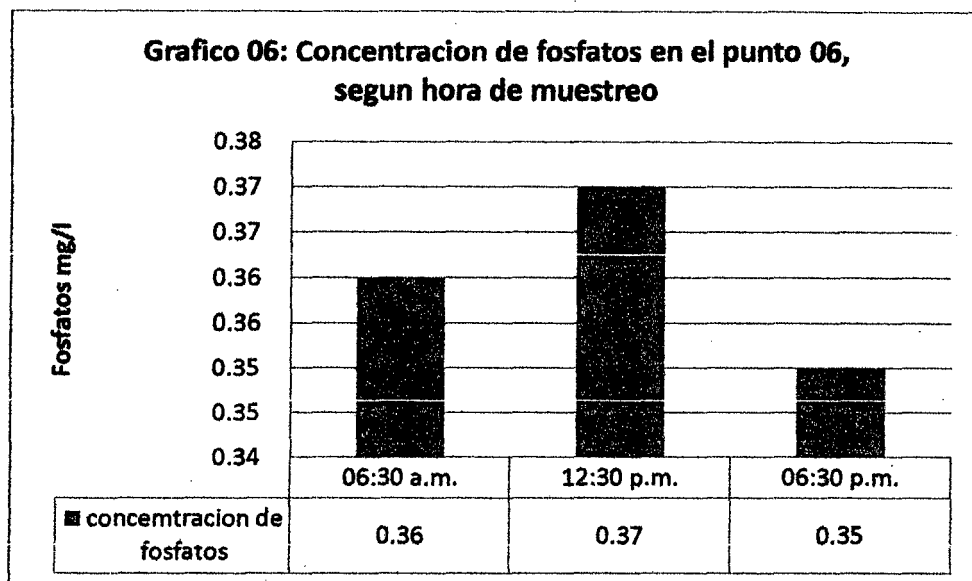
En la tabla N° 05 y gráfico 05, se observa que en el punto de monitoreo 05, a las 6:30 am presenta un valor de 0.325 mg/l de fosfatos, a las 12:30 pm hay un aumento presentando 0.342 mg/l y a las 6:30 pm se observa una disminución presentando un valor de 0.321 mg/l. En este punto el mayor valor se observa en el horario de medio día

**Tabla N° 6: Datos Promedio por punto y hora, de la concentración de Fosfatos en el Rio Indoche (Punto 6)**

/Hora de Muestreo	6:30 a.m		12:00 p.m		6:30 pm	
	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.
06	0.356	0.030	0.367	0.032	0.348	0.028

**Fuente: Elaboración Propia, 2014**

**Grafico 06: Concentracion de fosfatos en el punto 06, segun hora de muestreo**



**Fuente: Tabla 06**

En la tabla N° 06 y gráfico 06, se observa que en el punto de monitoreo 06, a las 6:30 am presenta un valor de 0.356 mg/l de fosfatos, a las 12:30 pm hay un aumento presentando 0.367 mg/l y a las 6:30 pm se observa una disminución presentando un valor de 0.348 mg/l. En este punto el mayor valor se observa en el horario de medio día

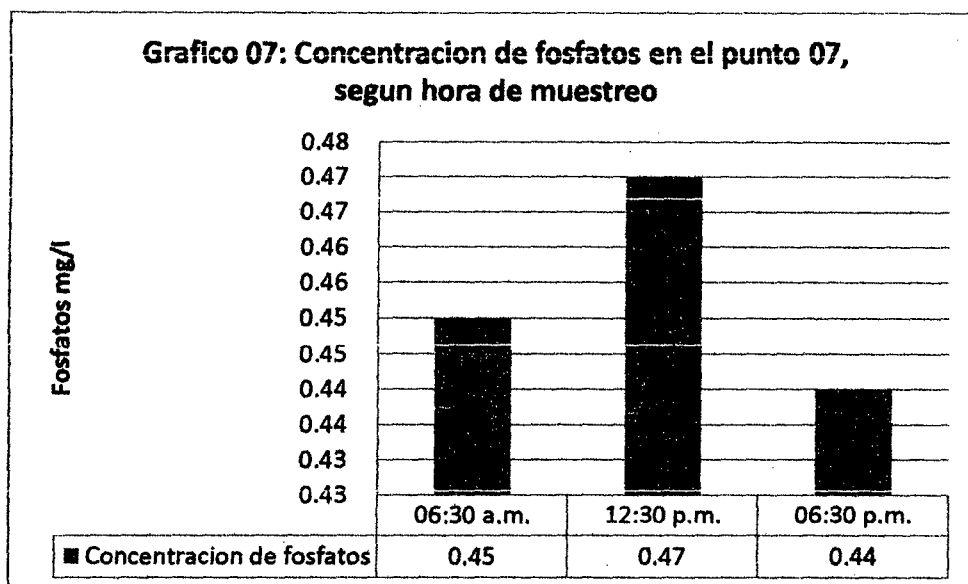
**Tabla N° 7: Datos Promedio por punto y hora, de la concentración de Fosfatos en el Rio Indoche (Punto 7)**

Hora de Muestreo	6:30 a.m		12:00 p.m		6:30 pm	
Punto de Muestreo	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.
07	0.450	0.032	0.467	0.028	0.436	0.029

**Fuente: Elaboración Propia, 2014**



**Grafico 07: Concentracion de fosfatos en el punto 07, segun hora de muestreo**



Fuente: Elaboración Propia, 2014

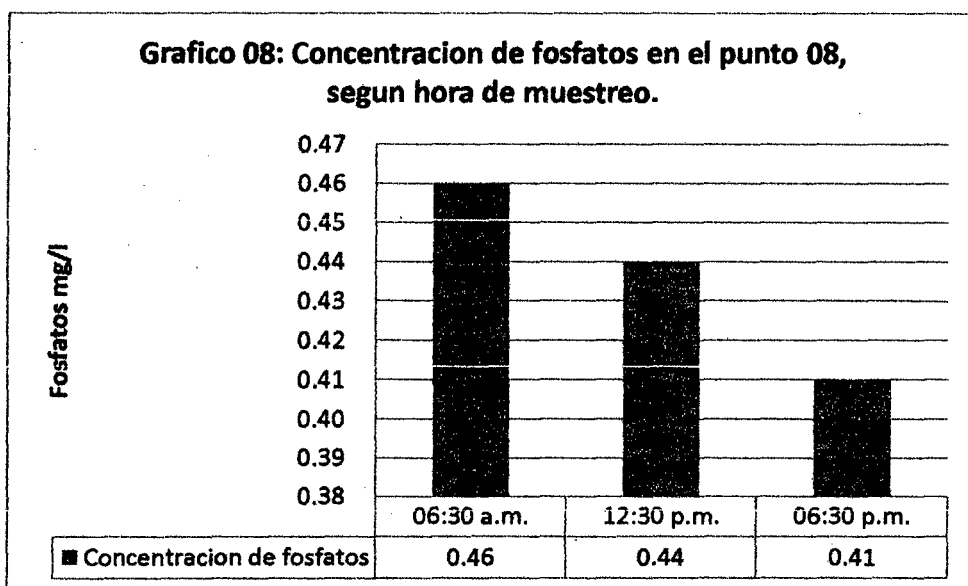
En la tabla N° 07 y gráfico 07, se observa que en el punto de monitoreo 07, a las 6:30 am presenta un valor de 0.450 mg/l de fosfatos, a las 12:30 pm hay un aumento presentando 0.467 mg/l y a las 6:30 pm se observa una disminución presentando un valor de 0.436 mg/l. En este punto el mayor valor se observa en el horario de medio día

**Tabla N° 8: Datos Promedio por punto y hora, de la concentración de Fosfatos en el Río Indoche (Punto 8)**

Hora de Muestreo	6:30 a.m		12:00 p.m		6:30 pm	
	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.	Promedio (mg/l)	Desv. Est.
08	0.457	0.117	0.437	0.204	0.412	0.210

Fuente: Elaboración Propia, 2014

**Grafico 08: Concentracion de fosfatos en el punto 08, segun hora de muestreo.**



**Fuente: Tabla 08**

En la tabla N° 08 y gráfico 08, se observa que en el punto de monitoreo 03, a las 6:30 am presenta un valor de 0.111 mg/l de fosfatos, a las 12:30 pm hay un aumento presentando 0.119 mg/l y a las 6:30 pm se observa una disminución presentando un valor de 0.107 mg/l. En este punto el mayor valor se observa en el horario de medio día

## B. Nivel de concentración promedio de fosfatos por punto de muestreo y hora

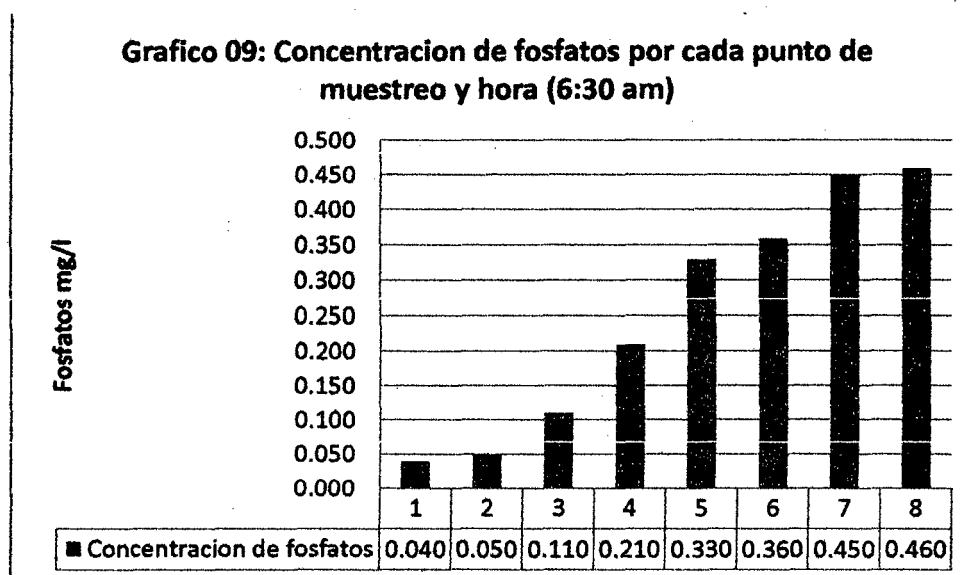
En las tablas del 09 al 11 y los gráficos del 09 al 11 se puede apreciar el nivel de concentración de fosfatos encontrados en general para cada punto durante todo el tiempo de muestreo y en cada hora de muestreo

**Tabla N°9: Datos de concentración de fosfatos por punto de muestreo en las tres horas**

Hora	Puntos de Muestreo								Promedio mg/l	Desv. Estandar
	1	2	3	4	5	6	7	8		
6:30 a.m	0,040	0.050	0.120	0.10	0.330	0.360	0.450	0.460	0.251	0.172
12:30 p.m	0.040	0.050	0.120	0.240	0.340	0.370	0.470	0.440	0.259	0.172
6:30 pm	0.030	0.040	0.110	0.120	0.320	0.350	0.440	0.410	0.228	0.170

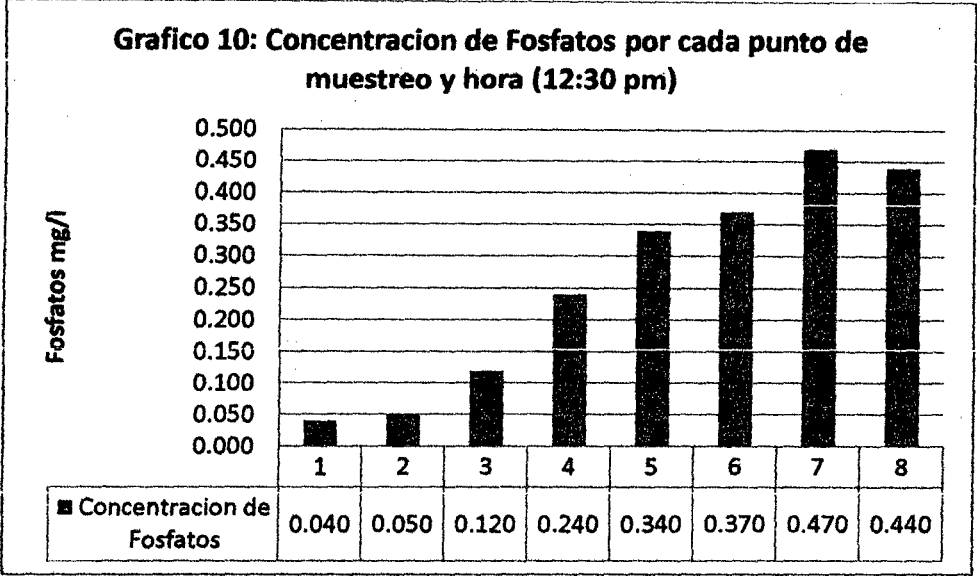
Fuente: Elaboración Propia, 2014

**Grafico 09: Concentracion de fosfatos por cada punto de muestreo y hora (6:30 am)**



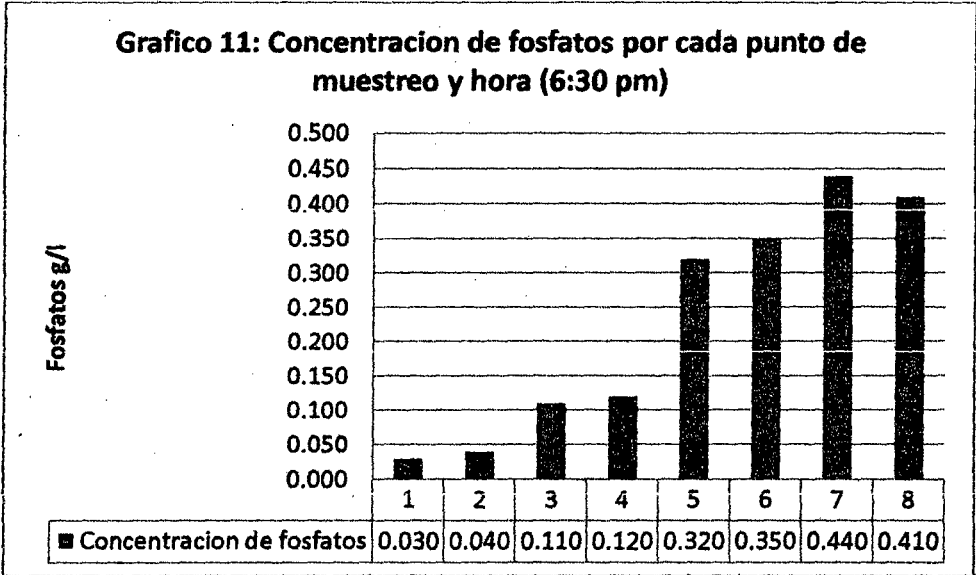
Fuente: Tabla 09

**Grafico 10: Concentracion de Fosfatos por cada punto de muestreo y hora (12:30 pm)**



Fuente: Tabla 09

**Grafico 11: Concentración de fosfatos por cada punto de muestreo y hora (6:30 pm)**



Fuente: Tabla 09

En la Tabla N° 9 y gráficos 09,10 y 11, se observa que en el horario de 6:30 am los mayores valores de nivel de concentración de fosfatos se presenta en el punto N° 8 con un valor de 0.460 mg/l. Seguido del punto N° 7 con valor de 0.450 mg/l. y el valor más bajo lo presenta el punto N° 1 con un valor de 0.040 mg/l

Con respecto al horario de 12:30 pm, Se observa que los mayores valores de nivel de concentración de fosfatos se presenta en el punto N° 8 con un valor de 0.440 mg/l. Seguido del punto N° 7 con valor de 0.470 mg/l . y el valor más bajo lo presenta el punto N° 1 con un valor de 0.040 mg/l

En el turno de 6:30 pm, los mayores valores de nivel de concentración de fosfatos se presenta en el punto N° 7 con un valor de 0.440 mg/l. Seguido del punto N° 8 con valor de 0.410 mg/l . y el valor más bajo lo presenta el punto N° 1 con un valor de 0.030 mg/l En cada caso se puede observar que hay una diferencia significativa en cuanto al incremento en los niveles de concentración de fosfatos por cada punto de muestreo, presentando valores bajos los ubicados en la parte alta de la subcuenca y altos en la parte baja

#### **C. Nivel de concentración de fosfatos en los tres horarios de muestreo en cada punto**

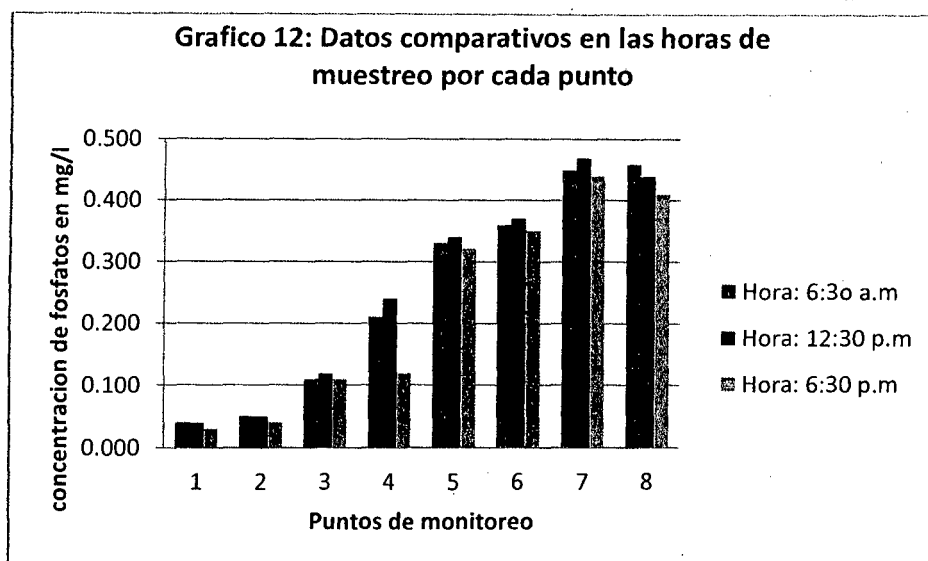
En las tabla 10 el gráfico 12 se puede apreciar el nivel de concentración de fosfatos encontrados en los tres horarios establecidos comparándolos con cada hora de muestreo

**Tabla N° 10: Nivel Promedio de fosfatos por Punto de Monitoreo en las tres horas y Hora.**

<b>Hora</b>	<b>6:30 am</b>	<b>12:30 pm</b>	<b>6:30 pm</b>
<b>Puntos</b>	<b>Promedio</b>	<b>Promedio</b>	<b>Promedio</b>
<b>1</b>	0.040	0.040	0.030
<b>2</b>	0.050	0.050	0.040
<b>3</b>	0.110	0.120	0.110
<b>4</b>	0.210	0.240	0.120
<b>5</b>	0.330	0.340	0.320
<b>6</b>	0.360	0.370	0.350
<b>7</b>	0.450	0.470	0.440
<b>8</b>	0.460	0.440	0.410

**Fuente: Elaboración Propia, 2014**

**Grafico 12: Datos comparativos en las horas de muestreo por cada punto**



**Fuente: Tabla 10**

En la Tabla N° 10 y gráfico 12, se observa que en todos los puntos de monitoreo y en los tres horarios la mayor concentración de fosfatos se presenta al medio día, seguido del horario de la mañana, y el turno tarde es el que presenta menor concentración en todos los puntos

#### **D. Nivel de concentración promedio de fosfatos por día y punto de muestreo**

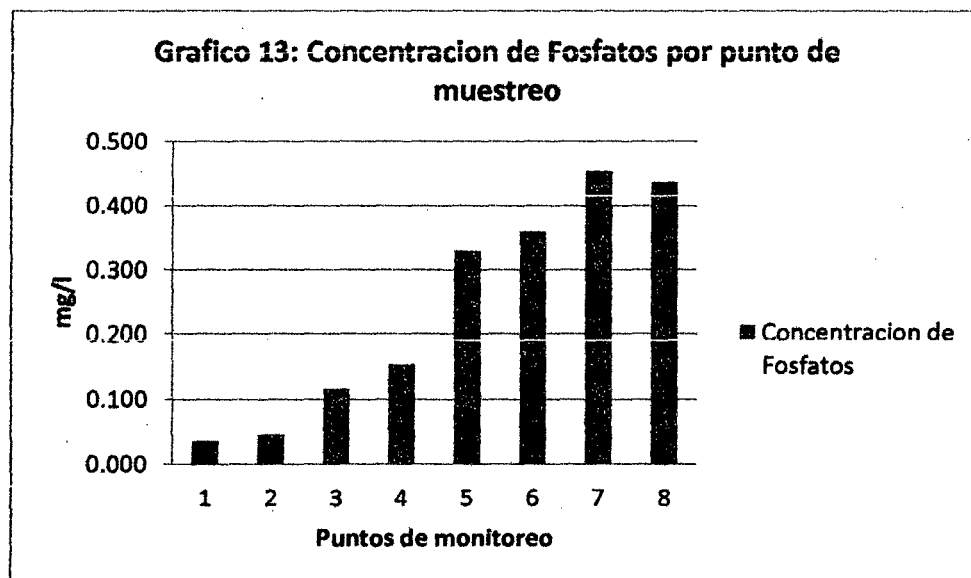
En la tabla al 11 y el gráfico 13 se puede apreciar el nivel de concentración de fosfatos encontrados en general para cada punto durante todo el tiempo de muestreo.

**Tabla N°11: Datos de concentración de fosfatos por día y punto de muestreo.**

Hora	Puntos de Muestreo							
	1	2	3	4	5	6	7	8
6:30 a.m	0,040	0.050	0.120	0.10	0.330	0.360	0.450	0.460
12:30 p.m	0.040	0.050	0.120	0.240	0.340	0.370	0.470	0.440
6:30 pm	0.030	0.040	0.110	0.120	0.320	0.350	0.440	0.410
<b>Promedio mg/l</b>	0.037	0.047	0.117	0.153	0.330	0.360	0.453	0.437
<b>Desv. Estandar</b>	0.006	0.006	0.006	0.076	0.010	0.010	0.015	0.025

Fuente: Elaboración Propia, 2014

**Grafico 13: Concentracion de Fosfatos por punto de muestreo**



Fuente: Tabla 11

En la Tabla N° 11 y gráfico 13, se observa que el punto de monitoreo 7 presenta el mayor nivel de concentración de Fosfatos presentando un valor de 0.453 mg/l, seguido del punto 8 que presenta un valor de 0.437 mg/l. Asimismo, se observa que según se va avanzando en los puntos es decir de la parte alta de la sub cuenca del Rio Indoché hacia la parte baja los valores van ascendiendo.

### **6.3 POSIBLES RIESGOS DE LA ALTA CONCENTRACIÓN DE FOSFATOS**

- Una alta concentración de fosfatos, trae consecuencias perjudiciales para la salud como son:
  - Problemas de salud, como es daño a los riñones y osteoporosis. Estas son causadas por uso extensivo de medicinas.
  - Las mujeres gestantes que viven cerca de un área de fumigación pueden presentar muerte fetal, en comparación con mujeres que no están expuestas a dichos productos. El riesgo es máximo entre la tercera y octava semana del embarazo. Los pesticidas que inciden en este riesgo son además de fosfatos, piretroides, hidrocarburos halogenados, carbamatos y compuestos de efecto hormonal. (Dr. Erin M. Bell)
  - Debido a la constante adición de fosfatos por los humanos y que exceden las concentraciones naturales, el ciclo del fósforo es interrumpido fuertemente.
  - El incremento de la concentración de fósforo en las aguas superficiales aumenta el crecimiento de organismos dependientes del fósforo, como son las algas. Estos organismos usan grandes cantidades de oxígeno y previenen que los rayos de sol entren en el agua. Esto hace que el agua sea poco adecuada para la vida de otros organismos. El fenómeno es comúnmente conocido como eutrofización.



## VII. DISCUSIONES

De los datos mostrados en los gráficos 09 al 11 en cada caso se puede observar que hay una diferencia significativa en cuanto al incremento en los niveles de concentración de fosfatos por cada punto de muestreo, presentando valores bajos los ubicados en la parte alta de la subcuenca y altos en la parte baja. Es así que el punto 01 hasta el punto 5 los valores son menores a 0.300 mg/l de fosfatos, mientras que del punto 6 al punto 8, que son puntos ubicados en la parte baja de la subcuenca presentan los valores más altos, esto debido a la mayor actividad antropogénica que se da en el lugar en donde ya se aprecia el cultivo de arroz en mayor intensidad.

De los datos de la tabla 10 y el gráfico 12 se puede apreciar el nivel de concentración de fosfatos encontrados en los tres horarios establecidos comparándolos con cada hora de muestreo, del cual se observa que en todos los puntos de monitoreo y en los tres horarios la mayor concentración de fosfatos se presenta al medio día, seguido del horario de la mañana, y el turno tarde es el que presenta menor concentración en todos los puntos; esto se presume a que según va en aumento la temperatura del ambiente esto podría estar influenciando en las reacciones químicas que se dan en el Río Indoché a esta hora del día. Asimismo relacionado a la actividad arrocera se puede observar a lo largo del recorrido del Río Indoché, en esta hora mayor actividad tanto en labores agrícolas y usos diversos que se da al recurso hídrico.

De los datos de la tabla 11 y gráfico 13, en cuanto a la concentración de fosfatos por cada punto, se puede observar que en el punto 7 se presenta mayor concentración y no en el punto 8, del análisis se deduce que el punto 8 está ubicado en la desembocadura del Río Indoché en el Río Mayo, lo cual al ponerse en contacto ambos cuerpos de agua la asimilación de sustancias entre ellos los fosfatos son disociados en un mayor volumen de agua bajando su concentración.

En general los datos encontrados en todos los puntos de muestreo están por debajo del nivel de concentración recomendado en el D.S N° 002-2008-MINAM, en la cual se establece un valor de 0.5 mg/l de fosfatos para ríos de la selva, esto considerando la categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático).

## VIII. CONCLUSIONES

Se ha logrado realizar una caracterización físico espacial de la sub cuenca del Rio Indoché, en la cual ha identificado 07 unidades geológicas, 08 Unidades geomorfológicas, 12 Unidades fisiográficas y el predominio de Tierras de protección por pendientes y suelos. En la capacidad de uso mayor que tienen los suelos, asimismo en cuanto al uso del suelo, predomina la actividad de la agricultura siendo el cultivo del arroz la que presenta una actividad fuerte en ambos márgenes del Rio Indoché.

Se ha logrado determinar las concentraciones de fosfatos, haciendo mediciones de la concentración en 8 puntos de muestreo, de los cuales se ha encontrado que en la parte baja de la subcuenca existe mayor influencia de la actividad agrícola. Esta intensiva actividad agrícola especialmente la siembra de arroz, tiene un efecto sobre la concentración de fosfatos encontrándose el máximo valor de 0.453 mg/l, contrastándose con la concentración en la parte alta con escasa presencia agrícola, cuya concentración fue de 0.037 mg/l.

Se ha logrado establecer que a lo largo del recorrido que hace el Rio Indoché y que configura la sub cuenca del mismo nombre, en promedio no se excede el Estándar de Calidad Ambiental para agua (D.S. N° 002-2008-MINAM) de 0.5 mg/l considerando la categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático para ríos de la Selva.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios más integrados en los cuales se considere la evaluación de más parámetros físico químico a fin de evaluar la influencia que existe entre ellos.
- Realizar estudios de la calidad Microbiológica de las aguas del Rio Indoche, considerando que el área espacial que configura la sub cuenca del mismo nombre, existe elevada actividad socioeconómica.
- Realizar estudios de Zonificación Ecológica a nivel de la Subcuenca a fin de evaluar las verdaderas potencialidades que posee su territorio.
- Realizar un adecuado catastro de las actividades agrarias que se desarrollan en la subcuenca.

## **X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- **A.M LASHERAS; J.L. MUZQUIZ. I. RUIZ Y et al.** (1999). study of the quality of the waters of the Aragon river: characterisation of waters, sediments and fishes. Editorial Castilla. España.
- **CARRANZA, C. CF.** (2003). Estudio de la Contaminación de las Aguas Costeras en la Bahía de Chancay: Propuesta de Recuperación. Perú.
- **D. OWEN. J.** (2002). Contaminación de las Aguas. España.
- **EZPINOZA, P. BARRA, R. PARRA, O.** (2002). Rios de la vergüenza. Editorial Lirios. Chile.
- **LEY GENERAL DE AGUAS Y SU REGLAMENTO.** D.L. N. 17752. Editorial Santa. Perú.
- **NOM-092-SSA1-1994** Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-181-SSA1-1998,** Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que deben cumplir las sustancias germicidas para tratamiento de agua, de tipo doméstico.
- **PROTOCOLO DE MONITOREO DE EFLUENTES LIQUIDOS del Sub Sector INDUSTRIA.**
- **PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES.**
- **REGLAMENTO DE DESAGÜES INDUSTRIALES D.S. N° 028-60 del 29. 11.60)**
- **REYNOLS, Nelly. A.** (2002). Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica. Chile.
- **SEOANEZ C, M.** (2001). Ingeniería del Medio Ambiente – Aplicado al Medio. Argentina.
- **VERGARA, S.** (1995). Índices de Calidad de Agua como Indicador de Contaminación y su Datos Espacio – Temporada en el Río Rocha. Bolivia.

## **XI. ANEXOS**

### **PANEL FOTOGRÁFICO**



**Preparando los instrumentos para los monitoreos**



**Tomando mediciones en río Indoché, punto de monitoreo 03**



**Tomando datos en punto de monitoreo 05 correspondiente al puente Indoché en la carretera Moyobamba-Rioja.**



**Toma de datos en punto de Monitoreo 07, lugar correspondiente al Puente Indoché, en la Carretera Moyobamba-Yantaló**

## MAPAS